المجلة الدولية
بيم ارابيا والعلوم الهندسية

ISSN 2571-1075.

تصميم الغلاف
م. ديمة ركابي

المجلد الأول
العدد الأول |2019

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 pages: 48

عن المجلة:

المجلة الدولية **بيم أرابيا للعلوم الهندسية،** مجلة دولية، تتُّم مراجعتها من قِبل الخبراء، وتنشر أبحاثًا أصلية عالية الجودة.

الأهداف والمجالات:

تهدف المجلة إلى تزويد الباحثين والخبراء بأحدث الأبحاث في مجال "نمذجة معلومات البناء" Building Information Modeling-BIM وعلاقتها بالعلوم الهندسية، وتسهيل التبادل العالمي ومراجعة البحوث والأفكار والخبرات بين الأفراد في المجتمع العلمي.

تنشر المجلة الدوليّة "بيم ارابيا والعلوم الهندسيّة" الأوراق البحثيّة الأصليّة التي استعرضها الخبراء، ودراسات الحالة، والملاحظات الفنية، ومراجعات الكتب، والميزات، والمناقشات والمقالات المعاصرة الأخرى التي تقدم البحث والممارسة في **نمذجة معلومات البناء** في كل من الهندسة المعمارية، والهندسة المدنيّة، وإدارة التشييد، وممارسات التصميم والبناء المتكاملة المتقدمة، وإدارة دورة حياة المشروع والبناء المستدام.

يغطي نطاق المجلة جميع **جوانب التصميم الهندسي (معماري، إنشائي، كهروميكانيكي...الخ)، إدارة التصميم، إدارة التشييد / المشاريع، الإدارة الهندسية لمشاريع البنية التحتية الكبرى، تشغيل وإدارة المرافق المشيّدة، الاستدامة والبناء الأخضر، التخطيط الأقليمي،** كما تتناول المجلة أيضًا **التطورات التكنولوجية، العملية، الاقتصادية/ التجارية، البيئيّة/ الاستدامة، التطورات السياسية والاجتماعية/ البشريّة التي تؤثر على عملية تسليم مشروع التشييد.**

تسعى المجلة الدوليّة "بيم ارابيا والعلوم الهندسيّة" لإقامة مناقشات نظرية وتجريبية قوية في المجالات المذكورة أعلاه مثل الهندسة والعمارة وأبحاث التشييد وغيرها ذات الصلة. يجب أن تكون الأوراق متكاملة بشكل كبير مع مجموعة المعرفة الحالية والجارية في هذا المجال وتطوير مساهمات واضحة وجديدة. اعترافًا بالطابع العالمي لهذا المجال، نرحب بورقات عن الدراسات الإقليمية في هذا المجال، لكن نشجع المؤلفين على وضع العمل ضمن السياق الدولي الأوسع عن طريق مراجعة ومقارنة النتائج التي توصلت إليها دراستهم الإقليمية مع الدراسات المماثلة التي أجريت في مناطق أو بلدان أخرى كلما أمكن ذلك.

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

افتتاحية العدد

زملائي الأعزاء

مما لا شك فيه أن لكل مولود جديد فرحة، ولكل فرحة نكتها الخاصة، واليوم نحتفي بمولود جديد ومميز لبيم أرابيا، ولكن أيّما مولود، أنه العدد صفر/الأول من **مجلة بيم أرابيا** باللغة العربية، بيم أرابيا السّباقة في نشر ثقافة البيم وتقنيتها في آن معًا وسط العاملين في صناعة التشييد في عالمنا العربي، والمجلة دولية مُحكّمة تُعنى بالأبحاث الخاصة بمجال نمذجة معلومات البناء(BIM)-بيم وتطبيقات الكمبيوتر في شتى المجالات الهندسية ذات الصِلة.

غني عن القول أنه يتزايد يومًا بعد يوم تطبيقات البيم في صناعة الإنشاء العالميّة، لما لذلك من فوائد كثيرة أثبتت الممارسات العمليّة جدواها، لذلك فإن معظم الدول المتقدمة قامت بتعديل أنظمة وكودات او نورمات صناعة التشييد فيها، بما في ذلك عقود التشييد أيضًا، لتتوافق مع هذه التقنية الجديدة الصاعدة بقوة، فلقد ظهرت أكاديميات خاصة بالبيم، وتُعقد سنويًا عشرات المؤتمرات والندوات وورش العمل حول هذه التقنية التي أحدثت ثورة حقيقية في عالم صناعة التشييد من خلال الربط بين مراحل المشروع جميعها وخاصة مرحلتي التصميم والتنفيذ ومن ثم التشغيل، كل ذلك في بيئة رائعة من البرمجيات التي تعتمد على حزمة برمجية واحدة بقاعدة معطيات وحيدة خاصة بالمشروع، وهي مُتاحة في آن واحد لجميع فريق المشروع وأطرافه ليعملا معاً بفعالية أكبر، والأكثر من ذلك يتزايد انتشار هذه الثقافة وسط أطراف المشروع جميعهم، ويتزايد الطلب أيضًا على هذه الخدمة في البلدان العربية، وإن كان بنسب متباينة، إذ أن هناك تحدّيات وعقبات كثيرة تحول دون استخدام هذه التقنية أو المنهجية على نطاق واسع في العالم العربي، ولعل أهمها ضرورة تعديل الأنظمة والقوانين المحلية الحاكمة والناظمة لقطاع التشييد بما في ذلك كودات التصميم وأنظمة التعاقد وتدريب الكوادر الهندسية ونشر هذه الثقافة وسط العاملين في هذا القطاع من مهندسين وتقنيين ومالكين وممولين وغيرهم.

المجلة، فرصة للباحثين العرب، وخاصة الشباب منهم من طلاب دراسات عليا وأساتذة جامعات ومهندسين باحثين وغيرهم، الذين يقبلون على هذه التقنية بشغف كبير، لنشر أبحاثهم بلغتهم العربية الأم، مما يؤدي لترسيخ هذه الثقافة والمنهجية وسط العاملين في صناعة التشييد العربية بمختلف مستوياتهم ويسهم بشكل كبير في تحسين بارامترات أدائها (زيادة في الجودة وتقليل في الكلفة والزمن) إضافة لذلك تحقيق رضا جميع العاملين في هذا القطاع.

لقد احتوى هذا العدد على ثلاثة أبحاث تم تقييمها ومراجعتها من قبل أهم الخبراء بتطبيقات البيم في عالمنا العربي إضافة لهيئة تحرير المجلة، وهذه الأبحاث تغطي جوانب عِدة من تطبيقات البيم في صناعة الإنشاء العربية، وكهيئة تحرير للمجلة نأمل أن تكون هذه المجلة "الإلكترونية" اللبنة الأولى في تطوير أبحاث البناء عامة وباستخدام نظام البيم في المنطقة العربية خاصة، كما نأمل من الزملاء الباحثين والمهتمين تزودينا بملاحظاتهم حول هذا العدد من حيث المضمون العلمي والشكل الفني. يسعى القائمون على المجلة والمشاركون في مركز بيم أربيا- صاحب الامتياز لاعتماد المجلة من قبل الجامعات العربية وهيئات الإعتماد العالمية لتكون رائدة المجلات العلمية العربية المُحكّمة أو المعتمدة في مجال تطبيقات نمذجة معلومات البناء لتطوين هذه التقنية في الديار العربية والمساهمة بتطويعها لظروف البيئة المحلية، وبلا أدنى شك أن ذلك يحتاج إلى تضافر جهودنا جميعا من باحثين وخبراء ومؤسسات أكاديمية ومهنية.

رئيس التحرير

أ.د محمـــد شــــــعبان

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

محتويات العدد

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083

Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

اقتراح تطبيق قابلية تشغيل بيني لبيانات المشاريع الهندسية باستخدام (**TBS-IFC**) ضمن **BIM**

الدكتورة المهندسة: رنا ميّا[1]*، المهندسة: بنان رياض سخطة[2]*

[1]هندسة وإدارة التشييد، جامعه تشرين، اللاذقية، سوريا،mayarana98@gmail.com

[2]هندسة وإدارة التشييد، جامعه تشرين، اللاذقية، سوريا،engbanana1985@gmail.com

ملخص البحث:

تعتبر المشاريع الهندسية من أكثر أنواع المشاريع تعقيداً وذلك لتعدد الأطراف المشاركة في عمليات التصميم والتنفيذ والاشراف بالتالي التنوع البرمجي الكبير الذي فرضه تعدد هذه الأطراف خاصة في ظل التنافس القوي بين شركات البرمجيات عالمياً لمواكبة كل ما هو جديد في سوق العمل المتنامي وفي محاولة لملاءمة متطلبات كل مرحلة من مراحل دورة حياة المشروع الهندسي، وهذا جعل من تحقيق الانسجام والتكامل بين هذه الاختصاصات والبرمجيات متطلباً أساسياً لضمان جودة العمل الهندسي.

تم في بحث سابق تصميم استبيان لتقييم وجود منهجيات لإدارة البيانات في مؤسسات القطاع العام المعنية بإنجاز دراسات هندسية، حيث أظهر المسح غياب وجود أنظمة اتصال لإدارة البيانات بنسبة 80%، واستغرقت المراسلات الورقية بين الجهات الدارسة لإجراء التعديلات على التصميم مدد زمنية وصلت لشهرين ونصف، مما يعطي فكرة عن عدم جدوى الطريقة التقليدية للمراسلات التي تستهلك الوقت والجهد. لذلك تم اقتراح تطبيق قابلية تشغيل بيني لبيانات المشاريع الهندسية لتدعم التنسيق بين كافة الأطراف "Interoperability" بتفعيل أداة برمجية وهي Tekla bim sight مع مكتبة البيانات المرجعية"iso 15926RDL، أظهر تطبيق البرمجية على دراسة حالة فاعلية جيدة لتحسين تطبيق قابلية التشغيل البينيInteroperability بحيث تسمح لجميع الأطراف المشاركة من استعراض جميع البيانات التفصيلية المتعلقة بالمشروع وبالتالي سهولة إدارتها وذلك وفق معايير عالمية موحدة لتوصيف بنود أعمال المشروع الهندسي منظمة ضمن قوالب الكترونية Templates تم تصميمها في سياق البحث وهذا ما يهدف اليه بحثنا الحالي .

الكلمات الدلالية: قابلية التشغيل البيني للبيانات؛ نمذجة معلومات البناء **BIM**؛ أسس فئات الصناعه **IFC**؛ برنامج **Tekla bim sight**؛ مكتبة البيانات المرجعية **iso RDL**15926

Abstract

Construction projects are considered of most complex projects due to the multi parts involved within design ،construction and supervision stages related to such projects ،which leads to a variation in software programs used by those parts ،especially when such programing companies are trying hard to fit the growing needs of the market and to serve every stage of project life cycle. All of that led to make integration and collaboration as a basic requirement to assure quality in construction. In a previous research a questionnaire is being designed to estimate methodologies relating to data transfer and exchange in the public sector. This survey showed an absence of any recent communication systems to manage and exchange data at 80% and the estimated duration to transfer data took beyond 2 months ،That showed a worthless way of transferring and exchanging data which consumes time and effort .That's why suggesting the application of an effective data management will support the coordination and communication between all parts by activating a software tool called Tekla bim sight in addition to reference data library RDL iso15926 . The application of the previous tool on a case study showed an efficiency to improve interoperability application that helped to view all detailed data related to the project by all parts depending on international standards used to specifying project items which are formed in e-templates ، that is why we can guarantee seamless data flow between all parts which we aim to achieve through our research.

Keywords: Interoperability; BIM " Building information; IFC "industrial foundation class"; Tekla bim sight program -;RDL

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

1. المقدمة:

يرتكز مفهوم تحقيق التكامل بين كافة أطراف وعناصر المشروع الهندسي على مبدأ "قابلية التشغيل البيني لبيانات ومعلومات المشروع" أو ما يسمى في منظومة نمذجة معلومات البناء "building information modelling" BIM بمفهوم "Interoperability" والتي تشير إلى قدرة البرمجيات والتجهيزات الإلكترونية المختلفة والمستخدمة من قبل كافة الأطراف والاختصاصات على تحقيق إدارة وتواصل البرمجيات المختلفة وأدواتها مع بيانات المشروع المتنوعة وبشكل سلس (KYMMELL, 2008). بالتالي يهدف البحث لتفعيل "Interoperability" باستخدام أدوات تعمل ضمن بيئة نظام BIM لتحسين نقل وإدارة وتبادل بيانات المشاريع الهندسية لضمان تحسين جودة العمل الهندسي بإيجاد بنية تحتية الكترونية متكاملة تضمن مشاركة سلسة لبيانات المشاريع الهندسية بين مختلف الأطراف على اختلاف اختصاصاتها وذلك طيلة دورة حياة المشروع. حيث عرضت فوائد الإدارة الداخلية التبادلية لمعلومات ومعايير التصميم كما يلي: (Goncalves., et al, 2006):

1. التواصل وايصال المعلومات وبيانات المشروع.
2. إعادة استخدام الانظمة القائمة.
3. سهولة ترحيل معلومات ومعايير التصميم بين الأطراف المختلفة العاملة في المشروع.
4. دمج التكنولوجيا

1.1 طرائق البحث و مواده (Methods):

- ✓ تم الاعتماد على نتائج استبيان في بحث سابق(سخطة، 2014) لتقييم العوائق لتطبيق منهجيات فاعلة كهذه ثم تحديد إمكانية التطبيق.
- ✓ اقتراح تطبيق Tekla bim sight لتحسين نقل وتبادل وإدارة البيانات من خلال:
  a) اختيار مشروع دراسة عملي يحاكي الواقع الهندسي ويعكس الواقع الحالي لنقل وتبادل وإدارة البيانات بين الأطراف.
  b) إجراء مقارنة بين ما هو مطبق حالياً وبين ما سيتم اقتراحه في منهجية البحث من خلال مجموعة مؤشرات تبين أفضلية البرمجية المقترحة.
  c) بعد رصد دورة حياة عينة عشوائية من مراسلات مشروع الدراسة والتدقيق قمنا بالتقييم الزمني والنوعي لنتائج المقارنة السابقة من خلال مجموعة مؤشرات قياس وهي:
    - o التقييم الزمني: من خلال قياس الوقت المستغرق لنقل وتبادل بيانات المراسلات بدءاً من خروجها من الشركة الاستشارية الهندسية المدروسة ثم عودتها إليها بعد التدقيق.
    - o التقييم النوعي: بنسب مئوية ترصد نسبة تكرار الملاحظات في العينة المدروسة.
- ✓ وضع معايير موحدة قياسية وفق معايير ISO متخصصة بالتوصيف الفني ثم الترميز القياسي لبنود الأعمال" Data standardization"
- ✓ تحقيق إدارة متكاملة للمحتوى الإلكتروني لبيانات المشروع "Data management" من خلال تصميم قوالب قياسية مساعدة متخصصة بموضوع البحث تدعم تطبيق الإدارة الداخلية التبادلية المتكاملة Interoperability باستخدام برنامج InfoPath .

تم استخدام أداة Tekla Bim Sight كبرنامج لقراءة صيغة أسس فئات الصناعه IFC "Industrial foundation class"[1] بحيث يضمن سهولة نقل وتبادل وإدارة البيانات بين الأطراف: إن برنامج TBS "Tekla bim sight"المصمم من قبل شركة Tekla corporation عام 2011 و المتخصص بقراءة صيغة فئات أسس الصناعه IFCمع صيغ أخرى مصدرة من برامج BIM وغيرها مع استعراض كامل للدراسة يعتبر تطبيق برمجي يحقق التكامل في مشروع التشييد ضمن منظومة BIM نمذجة معلومات البناء عن طريق استيراد النماذج من تطبيقاتBIM المصدرة بنية IFC ويعتبر كوسيلة لنقل وتبادل النماذج وسهولة

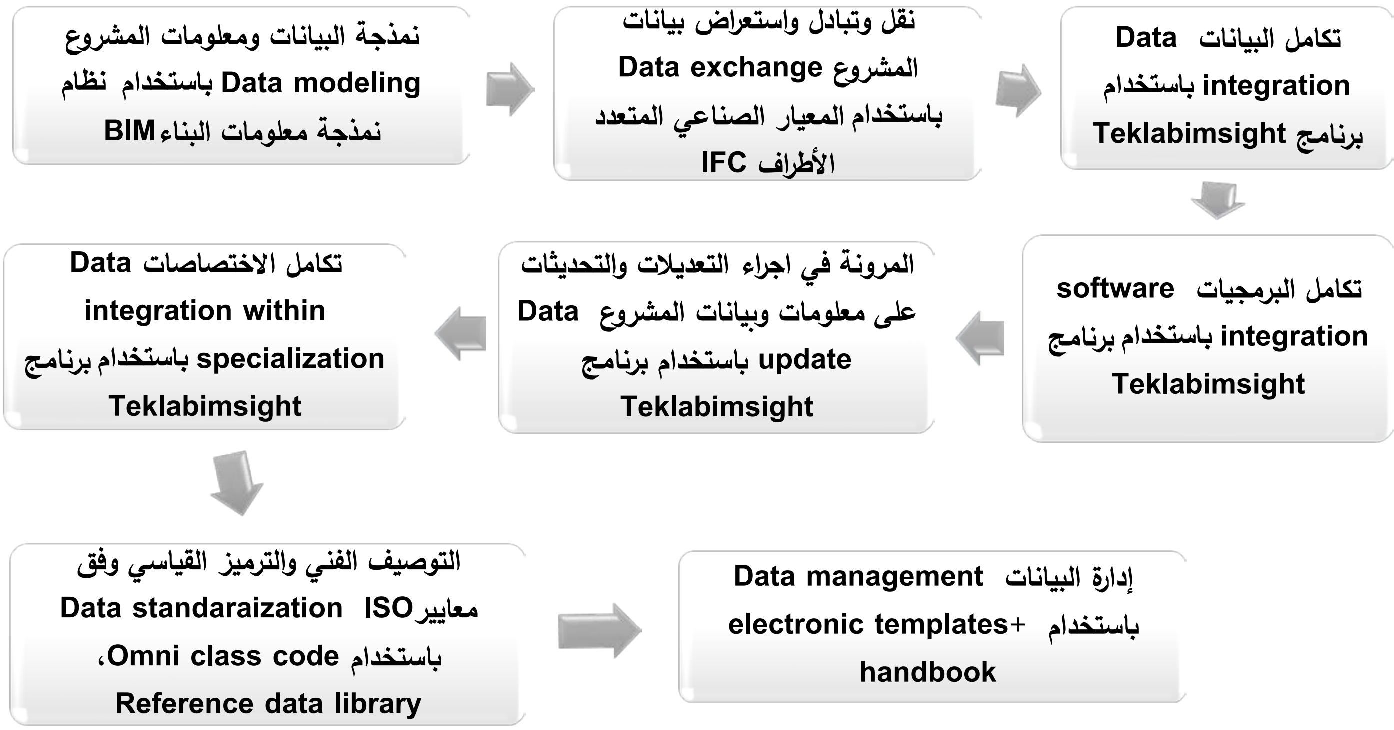
[1] أسس فئات الصناعة IFC: Industrial Foundation Class تم تطويره من قبل الاتحاد العالمي للبناء الذكي Building Smart ويعتبر كمعيار مفتوح لتمثيل مختلف النماذج الهندسية من مختلف الاختصاصات: المعمارية، خدمات البناء المختلفة، إدارة المرافق..... الخ، وصمم ليدعم المراحل المختلفة التي يمر بها المشروع طيلة فترة حياته. ويضم نموذج IFC الكائنات المعمارية والمواصفات الفنية والهندسية والعلاقات فيما بينها، إن هيكلية تصميم نموذج IFC قسمت هرميا إلى فضاءات هي عبارة عن المشاريع و مواقع البناء والأبنية إضافة إلى طوابق الأبينة. وتم تضمين كافة البارامترات الهندسية إضافة للتفاصيل المعمارية من أبواب ونوافذ وجدران....الخ ضمن هذه الفضاءات. (2010 Benner,et al).

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

استعراضها بأي مرحلة من مراحل المشروع خلال مدة زمنية قصيرة وبدرجة الدقة المطلوبة كما توفر للمستخدم التحقق من التعارضات لتجنب النزاعات المتعلقة بأمور التشييد والتصميم لاحقاً وتوفر إمكانية التواصل مع مختلف الأطراف في المشروع من خلال تبادل النماذج والملاحظات الكترونياً عبر شبكة الانترنت موقع (Tekla bim sight)، وسنعتمد في تطبيق البحث على حالة دراسة وهي شركة استشارية هندسية مقرها مدينة اللاذقية- سورياوذلك خلال الفترة 2013-2014 .

2.1 أهمية البحث وأهدافه: يهدف البحث لاقتراح تطبيق قابلية تشغيل بيني لبيانات المشاريع الهندسية ""Interoperability باستخدام أدوات عالمية بالاستفادة من منظومة BIM وبما يتناسب مع واقع البنى التحتية الإلكترونية في سوريا. حيث عكست نتائج الاستبيان الذي طبق في بحث سابق (سخطة،2014) ما تعانيه أغلبية المشاريع الهندسية المحلية من ضعف في إدارة بيانات المشاريع الهندسية يمكن ذكر بعض هذه المشاكل منها:

a) صعوبة الوصول للمعلومات الدقيقة المطلوبة في الوقت المناسب وذلك في أي مرحلة من مراحل دورة حياة المشروع.
b) عدم وجود منهجية فعالة لتخزين ونقل وإدارة البيانات بشكل سلس بين كافة الأطراف العاملة في المشروع.
c) وجود أطراف متعددة واختصاصات بخبرات متنوعة مشاركة في المشروع تستخدم برمجيات مختلفة تجعل من تبادل ونقل البيانات بسلاسة وسهولة فيما بينها مهمة صعبة. يمكن توضيح المنهجية المقترحة لإدارة بيانات المشاريع الهندسية والأدوات المساعدة للتطبيق ضمن المخطط التالي، الشكل(1):



الشكل 1: أهداف وأدوات تحقيق المنهجية المقترحة لقابلية التشغيل البيني Interoperability

2. الدراسات السابقة:

عُرِّفت قابلية التشغيل البيني المنظمة لبيانات ومعلومات معايير التصميم Interoperability على أنها عنصر اساسي لجعل نماذج نظم معلومات البناء "BIModels" مفهومة وقابلة للمشاركة والتبادل بين أطراف التصميم المختلفة العاملة في المشروع وبين أنظمة الكمبيوتر المختلفة المستخدمة من قبل أطراف صناعة التشييد (Yang and Zhang, 2006).

وورد تعريف اخر لـ Interoperability بأنها: تبادل البيانات ومعلومات ومعايير التصميم بمنهجية معتمدة موثوقة وذلك على اختلاف البرمجيات المختلفة المشاركة في عملية التصميم (Dean ,et al ;2010).

أما مراحل ومكونات ""BIM فهي نمذجة العناصر– تحقيق التكامل المنمذج – تكامل شبكات التواصل (Succar., 2008).

حيث تقوم بعض الوسائل الحديثة بتحقيق "Interoperability " على أساس تحقيق تكامل المواصفات الفنية الخاصة بالمشروع

مع المعايير الأساسية العالمية لصناعة التشييد، وهذا يتطلب بشكل اساسي التطوير الدائم لهذه المعايير تماشيا مع النمو المتسارع لصناعة التشييد (Bruce and Burt., 2009).

هذا ما أكدته الأبحاث عالمياً وجاءت أبرز النتائج بأن معوقات تحقيق التواصل هي عدم وجود أليات إدارية مع ضعف الهيكليات المؤسساتية لفرق العمل (Ling and L I, 2011) والمشكلة الرئيسية التي تواجه حلول تحقيق الادارة البينية المتكاملة هو وجود أنماط عديدة ومختلفة لنقل وتبادل البيانات. بالتالي فإن التحدي لنمذجة وتكامل البيانات هو وجود أنواع عديدة لمصادر البيانات في صناعة التشييد متضمنة (الملفات النصية – مخططات الموقع –جداول المشروع ....) (Shen, et al. , 2011) . ولتبسيط التواصل بين المهندسين والأطراف العاملة في المشروع وعملائهم لابد من الحفاظ على اتساق وانتظام وصحة البيانات أثناء عملية النقل كما أنها تعطي الحلول التي يمكن أن تساعد على التغلب على مشكلات مستقبلية عند التنفيذ (Moses, et al, 2009).

تقوم نمذجة معلومات البناء "BIM"على أساس تحقيق التكامل و قابلية التشغيل البيني لبيانات ومعلومات المشروع الهندسي (Sidaw, 2008). وأوضح تجمع شركات (Intergraph) الهندسية التحديات التي تواجه القائمين على المشروع الهندسي في تطبيق Interoperability وتقييم أثر ضعف التشغيل البيني Interoperability على كلفة تخطيط ودراسة المشاريع سنوياً، حيث ظهرت النتائج كخسائر مادية لضعف التشغيل البيني لبيانات المشروع مقارنه مع عائدات التخطيط، تؤمن نمذجة البرامج "Modelling" استراتيجيات عمل "Strategy" تمكن من إعطاء تقييمات"Assessment" دقيقة سريعة لكل الخيارات المتاحة وذلك للوصول لاختيار البديل الأفضل "Alternatives" الذي يحقق التوازن الأمثل وفعالية في الكلفة (Babic ,et al., 2010).

سيؤمن اقتراح تطبيق قابلية التشغيل البيني Interoperability أداة تضمن طرق سليمة ومتكاملة لتبادل بيانات الدراسات التصميمية بين مختلف الدارسين ويختصر المدة التي تحتاجها مرحلة الدراسة والتصميم والتخطيط ثم تحفيز المؤسسات لتقديم القبول والدعم للتطبيق التجريبي للنظام بداية، ثم الاقتناع بإيجابياته وضرورة وجوده (White., 2008)، ليتم الانتقال للتطبيق الفعلي لهذا النظام بشكل يقلل من الهدر المالي والضياعات الناتجة عن عدم تطبيق استراتيجيات التكامل بين الأنظمة المختلفة العاملة في مجالات تصميم ودراسة المشاريع (Legner and Lebreton., 2007).

تعد مشاكل البناء في معظم أنحاء العالم عامة، مع وجود بعض الاستثناءات اعتمادًا على طبيعة وسياسة وخصوصية العمل في كل بلد (Ahmed., S. 2017) لتحقيق أفضل أداء ، يجب أن يصل رضا العميل عن طريق تلبية جودة المشروع ضمن التكلفة والوقت المحددين ومن خلال تحقيق التواصل الفعال بين جميع الأطراف (Ahmed., S. 2018).

خلال الخمسة عشر عاماً الماضية وبسبب وجود عدد كبير جداً من الأطراف المشاركة في مشاريع البناء فقد قام أصحاب القرار والقائمون على صناعة التشييد بتطوير عدد كبير من المعايير الصناعية العالمية من أجل التصميم وتوصيف نموذج البناء IFC. حيث ساهمت هذه المعايير بالمشاركة مع المنظمة العالمية لوضع المعايير" International organization of standardization " ISO بتأسيس قاعدة تكنولوجية عرفت فيما بعد كركيزة أساسية لتبادل ونقل البيانات المنمذجة (Holcomb. 2010)، أهمها:

<u>أسس فئات الصناعة **Industrial foundation class IFC**:</u> يعرف بأنه معيار صناعي متعدد الاطراف لنقل البيانات والمعلومات ومعايير التصميم الهندسية بين برمجيات BIM اضافة الى نقل معايير التصميم الى ورش التصنيع، طورت من قبل"IAI "International alliance for interoperability واعتمدت عالمياً كملف متخصص لتصدير البيانات (Amor، et al 2010) .

نلاحظ مما سبق أن المعيار المتعدد الأطراف IFC ركيزة أساسية لتحقيق قابلية تشغيل بيني للبيانات لذلك سنعرض في البحث الأداة Tekla bim sight والتي تعد برمجية متخصصة للتعامل مع ملف IFC ومحاولة الاستفادة من ميزاتها في نقل وإدارة وتبادل البيانات محلياً مع تفعيل الأدوات الداعمة للتطبيق. ورد في العديد من الأبحاث العلمية المنشورة ذكر لبرنامج TBS كبرنامج معتمد لقراءة وتصفح النماذج الثلاثية الأبعادIFC المصدرة بين مختلف أطراف المشروع من برمجيات BIM، فقد خلصت أطروحة ماجستير لدراسة أجريت في جامعة كالمرز في السويد 2013 بكون TBS لا يعتبر فقط كأداة تمكن المصمم من سهوله تصدير الدراسة طيلة دورة حياة المشروع وإنما يوفر سهولة استعراض وربط المعلومات بين العناصر المعمارية والانشائية ومواصفاتها وكوسيلة لتخزين هذه المعلومات ضمن قاعدة بيانات واحدة متاحة لكل الأطراف (Lindstorm., 2013).

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

3. منهجية البحث:

1.3 تقييم الواقع الحالي لإدارة بيانات المشاريع الهندسية في مؤسسات القطاع العام:

بعد الدراسة والاطلاع على عدد كبير من الدراسات المرجعية السابقة وبالاستناد الى نتائج استبيان تم تصميمه في بحث علمي سابق (سخطة،2014) تم تقييم مستوى وجود قابلية تشغيل بيني Interoperability في مؤسسات القطاع العام وتحديد أهم العوائق لتطبيقها. وتم إجمال اهم النتائج بما يلي:

1. التقنيات التكنولوجية المستخدمة حالياً لنقل وتبادل وإدارة البيانات تقتصر على حواسيب 78,9% مازالت بحالة جيدة بنسبة 65,8% وشبكات اتصال بنسبة ضعيفة 21.1%:
2. استيراد الدراسة التصميمة من الأطراف العاملة في دراسة وتصميم المشروع ككل حازت على أعلى مدة زمنية قدرت بالأشهر وبنسبة 25% لعدم وجود بروتوكولات برمجية معتمدة لتصدير واستيراد البيانات بين مهندسي التصميم والتي غالبا ما تتم بالبريد الرسمي وتأخذ أشهر كذلك في حال وجود أي أخطاء أو تعديلات على الدراسة تحتاج بداية للوصول للجهة الدارسة ثم الإشارة إلى الأخطاء الحاصلة لتعديلها ثم ليقوم بالتعديل والرد والذي يمكن أن يأخذ أشهر للتعديل وكذلك تتم هذه الإجراءات بالبريد الرسمي.
3. البرمجيات المستخدمة في مرحلة الدراسات والتصميم في المؤسسات العامة اظهر بأن التقنيات اقتصرت على AUTOCAD بنسبة بلغت 63,2 %:
4. عدم وجود استراتيجيات للتنسيق بين كافة الأطراف هي من أكبر العوائق التي واجهت تطبيق المنهجية بنسبة وصلت لـ 35%.
5. أثر ضعف الادارة البينية ونقص المعلومات على كلفة وميزانية المشروع هو تأخيرات وتعارضات وتوقفات متكررة بنسبة 94%.

مما سبق يمكن التأكد من غياب وجود معايير Interoperability في نظم نقل وإدارة تبادل البيانات في الهيكلية التنظيمية لمؤسسات القطاع العام الهندسي المحلي مما يستوجب البحث عن أدوات ملائمة لواقع وإمكانيات القطاع العام في محاولة لتحقيق معايير قابلية التشغيل البيني كـ IFC ليقودنا لأداة متكاملة تدعم Interoperability مثل Tekla bim sight مع RDL iso15926 بالإضافة للقوالب الالكترونية المصممة في سياق البحث والتي تمثل معاً حل مقترح وأداة برمجية متخصصة بإدارة البيانات والتنسيق بين كافة الأطراف علماً أن نتائج بحثنا لا تقتصر على مؤسسات القطاع العام المحلية وإنما تمتد لمؤسسات القطاع الخاص مع مراعاة خصوصية القطاع العام عن الخاص في بعض التفاصيل، حيث أننا قمنا بتحديد مجتمع العينة منذ البداية في خطة البحث بكونه يشمل مؤسسات القطاع العام فقط أما حدود البحث فشملت مؤسسات القطاع العام المحلية العاملة في مجال القطاع الهندسي وصناعة التشييد.

2.3 مكونات المنهجية المقترحة لقابلية التشغيل البيني لبيانات المشاريع الهندسية:

لتفعيل المنهجية المقترحة المبينة بالشكل (1) قمنا بتطبيق الخطوات التالية:

1. إجراء تقييم للواقع الحالي لنقل وتبادل وإدارة البيانات بالاعتماد على حالة دراسة بحثية مأخوذة من الشركة الهندسية الاستشارية المستفيدة من تطبيق البحث مقرها مدينة اللاذقية ومن خلال مجموعة مؤشرات قياس الأداء "زمنية ونوعية " توصلنا لنتائج أكدت غياب وجود إدارة فاعلة للبيانات أدت لمشاكل وصعوبات في المراسلات وتبادل ونقل البيانات بين الأطراف تمثلت: بـ
   a. ملاحظات عدم وضوح في الدراسة التنفيذية المرسلة مع نقص في المخططات.
   b. ملاحظات بشأن نقص في الاضبارة التنفيذية المرسلة "مذكرات حسابية -دفاتر الشروط الفنية – أسس الدراسة .... .
   c. نسب الدراسات التنفيذية التي اعتمدت مباشرة بعد التدقيق لكل اختصاص.
2. تفعيل استخدام أسس فئات الصناعه IFC من برمجيات BIM والاستفادة من ميزاتها لضمان نقل وتبادل سلس للبيانات بين أطراف مشروع التشييد من خلال اقتراح استخدام برنامج معتمد عالمياً Tekla bim sightمستخدم من قبل شركات رائدة في مجالات صناعة التشييد متخصص لقراءة أسس فئات الصناعه IFC وتفعيلها خصوصاً لبقية أطراف الدراسة غير المستخدمة لبرمجيات BIM وتوضيح ذلك من خلال التطبيق على حالة دراسية بالإضافة لإدراج RDL 15926iso وتنظيم المحتوى الإلكتروني السابق ضمن قوالب الكترونية صممت في سياق بحثنا الحالي.

BIM arabia
مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

3.3 تطبيق أداة **IFC –TBS** على مشروع المدخل الرئيسي لكليات طرطوس الجزء الشمالي في مدينة طرطوس - سوريا:

للبدء بالتحقق من فاعلية الأداة المقترحة في قابلية التشغيل البيني Interoperability سيتم تطبيق الأداة المقترحة في البداية من خلال مشروع هندسي يمكن من خلاله تقييم واقع إدارة البيانات ثم تحديد الصعوبات التي تقف في وجه تحقيق سلاسة تدفق ونقل البيانات بين مختلف الأطراف تم اختيار حالة الدراسة بعنوان: "المدخل الرئيسي لكليات طرطوس الجزء الشمالي وتقع أرض المشروع في الجهة الجنوبية الشرقية من مدينة طرطوس - سوريا. تبعد عن مركز المدينة/ 2.5 كم / تقريباً بلغت مساحة الأرض / 65.6 / هكتار وأبعادها/ 900 م/ طولاً و/775م/عرضاً، واعتمد كمشروع عملي لتطبيق مضمون البحث واختيرت مرحلة تدقيق المشروع كمرحلة دراسة عملية وهي المرحلة الحالية للمشروع بهدف توضيح كيفية تطبيق الأداة المقترحةTBS-IFC)) مع 15926RDL iso وتنظيمها ضمن e-templates لتحسين قابلية التشغيل البيني للبياناتInteroperability و البدء بتقييم الواقع الحالي لآلية نقل البيانات من خلال:

1.3.3 التقييم الزمني لواقع نقل وتبادل البيانات لحالة الدراسة "المدخل الرئيسي لكليات طرطوس الجزء الشمالي":

تبين من خلال الاطلاع على الاضابير الخاصة بالمشروع الذي يمثل الحالة الدرسية أن المراسلة "نقل وتبادل البيانات" تتم بين الشركة الاستشارية الهندسية (جهة الدراسة والتصميم للمشروع الهندسي) وبين رئاسة جامعة تشرين اللاذقية– مديرية الشؤون الهندسية والخدمات (الجهة المدققة) لتدقيق الاضابير ليتم استلامها، حيث في هذه المرحلة من التقييم تم الاطلاع على سير المراسلات "تبادل البيانات بين فريق الدراسة وفريق التدقيق" إضافة للاطلاع على محاضر الاجتماعات وإجراء مقابلات مع السادة المهندسين الدارسين لمشروع الدراسة والتي تعطي صورة دقيقة لكيفية تدفق البيانات بين أطراف الدراسة وكيفية استدراك التعديلات وما هي الصعوبات التي تواجه نقل وتبادل البيانات بينهم. علماً بأن تقييم المراسلة تضمن المدد الزمنية اللازمة لإرسالها والمدد الزمنية اللازمة لإنجازها وذلك لأن تحقيق الإدارة البينية لتبادل البيانات يتطلب أن تكون البيانات واضحة ومفهومة لجميع الأطراف مما سيقلل الزمن اللازم للاستفادة من هذه البيانات لإنجاز المطلوب، ورداً على تقييمهم للروتين الإداري للمراسلات بالبريد الرسمي بين فريقي الدراسة والتدقيق وردت الصعوبات والسلبيات التالية:

a. إن عدم ربط الملاحظات المطلوب استدراكها الكترونياً مع العنصر المطلوب " كونها مكتوبة ورقياً وبشكل مستقل عن المخطط "أدى لظهور استفسارات من قبل فريق الدراسة مع عدم وضوح لكيفية استدراك التعديلات فيضطر الأمر للعودة مرة أخرى لروتين المراسلة والتنسيق مع المدقق لعقد جلسة عمل وهذا يأخذ وقت يقدر بالأشهر في بعض الأحيان.

b. إن التقنيات المستخدمة ضمن جلسات العمل بسيطة جداً عبارة عن كروكيات "ورقية" أو تتم ضمن قاعة الاجتماعات في مقر الشركة ويستخدم /Data show/ تعرض عليه الملاحظات وتسجل الملاحظات من قبل كل شخص على ورقة خاصة.

c. المرفقات ضمن الأضابير المرسلة تكون عادة ورقية لا تستخدم فيها التقنيات الحديثة للمراسلة الالكترونية، فأحياناً تحوي المراسلة نقص في الأضابير التنفيذية لبقية الاختصاصات، أو أحياناً تعارض بين المخططات وبقية وثائق المشروع "جداول المواصفات – جداول الكميات – جداول تحليل الأسعار مما يعيق استكمال عملية التدقيق والمطابقة بين الاختصاصات.

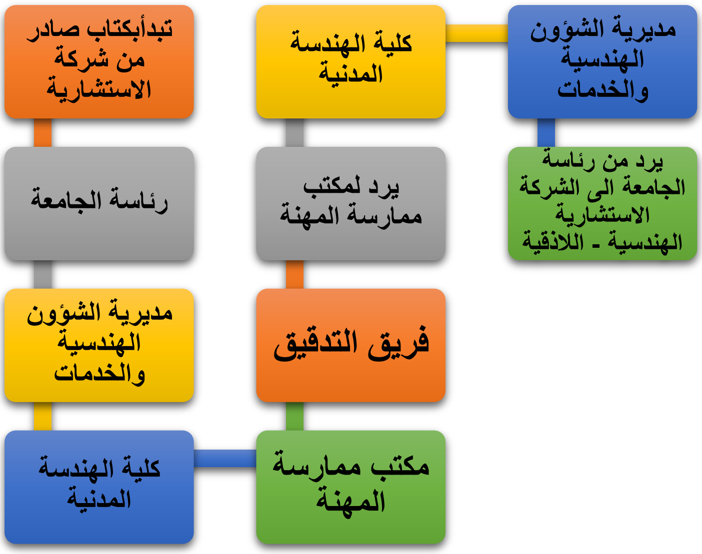
d. غياب التنسيق بين المدققين أدى لعدم وضوح تفاصيل المخطط المعماري بالنسبة لبعض اختصاصات فريق التدقيق كما أن البعد الجغرافي بين الدارسين ساهم في عدم وجود تنسيق مباشر حيث ترسل أحياناً بالإيميل وهناك مشاكل دائمة ترافق الإرسال "وصل أو لم يصل ".

e. أحياناً المدقق لا يقرأ المخططات بشكل واضح بسبب صعوبة الاطلاع على كامل المخططات الورقية من المساقط - المقاطع التفصيلية -الواجهات وإنما سيعود لمخططات تفصيلية عديدة ورقية أو CD، وهذا بدوره يؤدي إلى ورود ملاحظات متأخرة أحياناً بعد فوات الأوان لأن المدقق لم يرها قبل بالتالي يتم توقيف دراسة المشروع بناء على هذه الملاحظات.

f. عدم التنسيق بين فريقي التدقيق الإنشائي والمعماري وتضارب الملاحظات بين الاختصاصات لعدم سهولة تصفح وتكامل المخططات المرسلة. تعرض التعديلات ورقياً ورقمياً على /CD/ من خلال إشراف مباشر من المدقق "التدقيق بالمواكبة" وتكتب الملاحظات على ورقة خاصة تستدرك فوراً حيث لا يستخدم التواصل الفعال بالتقنيات الذكية بالرغم من انه يؤمن تنسيق مباشر يقصر الوقت والجهد وفهم للملاحظات.

g. إن تقليدية وسائل التواصل بين فريقي الدراسة والتدقيق وعدم القدرة على التفاعل مع المخططات واستعراضها بالمرونة اللازمة ومتابعة التفاصيل بالدقة المطلوبة، فرض ضرورة الارتقاء بجلسات العمل لمستويات تستخدم فيها التقنيات الذكية التفاعلية لإظهار الملاحظات تضمن معها الوضوح لكل الأطراف وجودة عملية التدقيق واختصار الزمن اللازم لذلك، علماً أن عملية التدقيق للدراسات الهندسية تتم عموما من قبل مهندسين متخصصين بالتدقيق وبالطرق التقليدية والبصرية وهذا يستدعي أيضا ضرورة استحداث بروتوكولات ومنهجيات عمل متطورة لفريق التدقيق تعتبر استكمالاً لمنهجيات (BIM-Interoperability) التي استحدثت في مرحلة الدراسة والتصميم وتضمن سلاسة نقل البيانات وسهولة استعراضها من قبل فريق التدقيق.

قمنا بإجراء تقييم زمني ونوعي لدورة حياة المراسلات كما يوضحه الشكل(2) والتي تخص تدقيق الدراسات التنفيذية المرسلة وصولاً لتحليل نتيجة التقييم التي نذكر منها: عدم وضوح بعض تفاصيل المخططات، كثافة المخططات المرسلة، نقص بعض الوثائق.... والتي قادتنا كما هو موضح لاحقاً لاستخدام وتطبيق "TBS "Tekla bim sight كبرمجية معتمدة للتفاعل مع نماذج IFC والاستفادة من ميزاتها "تصدير الدراسة كنموذج مؤلف من كينونات محملة بمواصفاتها الفنية بدلاً من كونها عناصر هندسية تجريدية كما هو في الطريقة التقليدية مع العلم أن المشكلة ليست في طول السلسة وإنما زمنها خاصة مرحلة "فريق التدقيق" وهذا ما سيبدو واضحاً عند التقييم الزمني والنوعي للمراسلات في سياق البحث:



الشكل(2) نموذج دورة حياة المراسلة تمهيداً للتقييم الزمني

يبين الشكل 3 مرفقات المراسلة الصادرة والواردة للشركة الاستشارية كوثائق ورقية ورقمية على /CD/ وفق نوعين:

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
BIM arabia
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

وثائق المراسلة الصادرة من الشركة الاستشارية الهندسية والموجهة لرئاسة جامعة تشرين – مديرية الشؤون الهندسية والخدمات

- الاضبارة التنفيذية الكاملة للدراسة الانشائية .
- الاضبارة التنفيذية الكاملة للدراسة المعمارية .
- الاضبارة التنفيذية الكاملة للدراسة الكهربائية والميكانيكية
- الاضبارة التنفيذية الكاملة للدراسة الطرقية .
- الاضبارة التنفيذية الكاملة للدراسة الصحية .
- مع نسخة رقمية /CD/ تتضمن الاضابير التنفيذية الكاملة المذكورة أعلاه .

وثائق المراسلة الواردة للشركة الاستشاريةالهندسية والموجهة من رئاسة جامعة تشرين – مديرية الشؤون الهندسية والخدمات

- تقرير تدقيق الهندسة الانشائية
- تقرير تدقيق الهندسة المعمارية
- تقرير تدقيق الهندسة الصحية
- تقرير تدقيق الإدارة الهندسية والمقايسات
- تقرير تدقيق الهندسة الطرقية
- تقرير تدقيق الهندسة الكهربائية
- تقرير تدقيق الهندسة الميكانيكية
- مع CD الكتروني للتقارير المرسلة

الشكل(3): وثائق المراسلة الصادرة والواردة لعرض الدراسة على فريق التدقيق

تم تقييم 8 مراسلات "كعينة عشوائية" مأخوذة من 5 أضابير خاصة بمرحلة تدقيق مشروع الدراسة "لكون المراسلات متداخلة و غير متسلسلة " في محاولة لإعطاء صورة دقيقة وواضحة قدر الإمكان عن واقع المراسلات الفعلي وما يحمله من سلبيات تنعكس بشكل مباشر بتأخيرات زمنية في مرحلة التصميم وبشكل غير مباشر تأخيرات زمنية في مرحلة التنفيذ مع بقاء بعض الملاحظات التي قد تؤثر على جودة تنفيذ الأعمال في كلا المرحلتين إضافة لورود ملاحظات تتعلق بعدم الوضوح لكون الدراسات الورقية المرسلة كثيرة تجهد المدقق في العودة للتفاصيل في ظل غياب وجود إدارة بينية لبيانات المشاريع واظهر التقييم مدد زمنية تراوحت بين 1شهر لشهرين كما يبينه الجدول "1" :

الجدول (1) التقييم الزمني للمراسلة

رقم المراسلة	الوقت الذي استغرقته المراسلة	مضمون المراسلة
المراسلة "1"	شهر وعشرة أيام	مخططات تنفيذية للموقع العام
المراسلة"2"	شهر	اضبارة الموقع العام للجزء الشمالي
المراسلة "3"	شهر و8 أيام	الاضبارة المعمارية للجزء الشمالي
المراسلة "4"	شهر و10 أيام	إجابة الجهة الدارسة للمشروع مع نسخة من دفتر الشروط
المراسلة "5"	شهر و15 يوم	الدراسات التنفيذية للاختصاصات بعد استدراك الملاحظات
المراسلة "6"	23 يوم	اضابير تنفيذية لمحطات الضخ وخزانات المياه
المراسلة"7"	شهرين و12 يوم	الاضابير التنفيذية للاختصاصات بعد استدراك الملاحظات
المراسلة "8"	شهرين و5 أيام	الاضابير التنفيذية المعمارية والصحية بعد استدراك الملاحظات
المتوسط الزمني لمراسلات الحالات المدروسة		شهر ونصف تقريباً

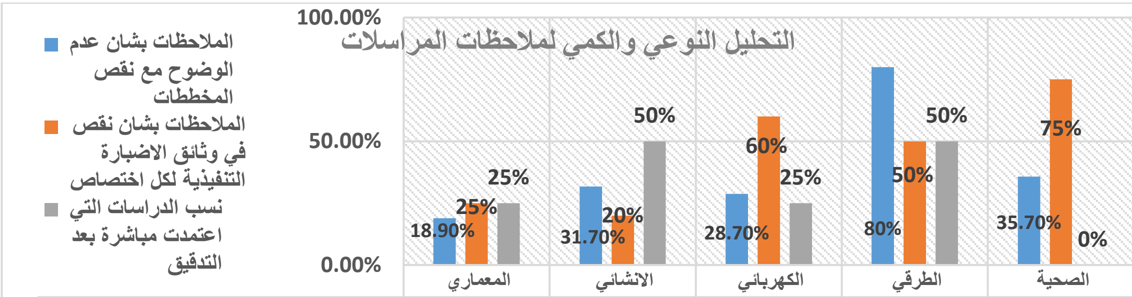
2.3.3 التقييم النوعي للملاحظات الواردة من فريق التدقيق وعدد مرات تكرارها:

تم تقييم المراسلات نوعياً من خلال رصد الملاحظات الأكثر تكراراً وعدد مرات تكرارها والتي أعاقت عملية التدقيق فبعد ارسال الدراسة التنفيذية من قبل فريق الدراسة لفريق التدقيق جاءت بعض الردود من فريق التدقيق لفريق الدراسة باستفسارات

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

وتوضيحات عن بعض التفاصيل الغير واضحة او المنقوصة أعاقت التدقيق والتي يرد عليها فريق الدراسة بمراسلة بريدية ورقية أخرى او من خلال اجتماعات في حال استدعى الموضوع ذلك، تم تقييم هذه المؤشرات في محاولة لتقييم الواقع الحالي والانطلاق منها نحو تحقيق إدارة فاعلة تلغي معها كل السلبيات السابقة.

يبين الشكل 4 كما هو واضح أن المدد التي استغرقتها المراسلة تراوحت من شهر الى شهرين ونصف تقريباً مع كون الملاحظات الواردة والمتعلقة بعدم الوضوح تراوحت بين 19% الى 80% بين الاختصاصات، ولكون الملاحظات الواردة بشأن النقص في الوثائق المرفقة مع الدراسة تراوحت بين 20% الى 75% حسب الاختصاص، أما الدراسات المرسلة والتي اعتمدت بعد التدقيق تراوحت نسبتها بين 25% الى 50% : وهذا يعطينا فكرة واضحة عن واقع المراسلات وعدم جدوى الطريقة التقليدية التي تستهلك الوقت والجهد ودون نتائج تذكر للكفاءة وإنما تعود بين أخذ ورد لحين اعتماد الدراسة بشكل نهائي:



	المعماري	الانشائي	الكهربائي	الطرقي	الصحية
الملاحظات بشان عدم الوضوح مع نقص المخططات	18.90%	31.70%	28.70%	80%	35.70%
الملاحظات بشان نقص في وثائق الاضبارة التنفيذية لكل اختصاص	25%	20%	60%	50%	75%
نسب الدراسات التي اعتمدت مباشرة بعد التدقيق	25%	50%	25%	50%	0%

الشكل(4) التقييم النوعي للمراسلات

إن ما سبق يتلخص كما هو موضح بالشكل "5":



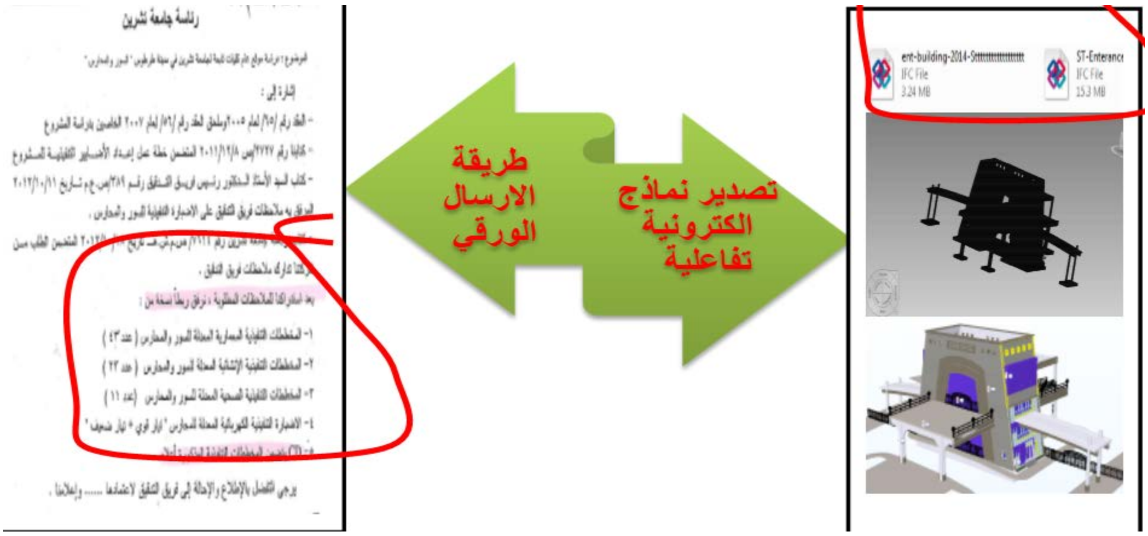
الشكل (5) تحليل الأسباب المؤدية للهدر الزمني للمراسلات

3.3.3

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

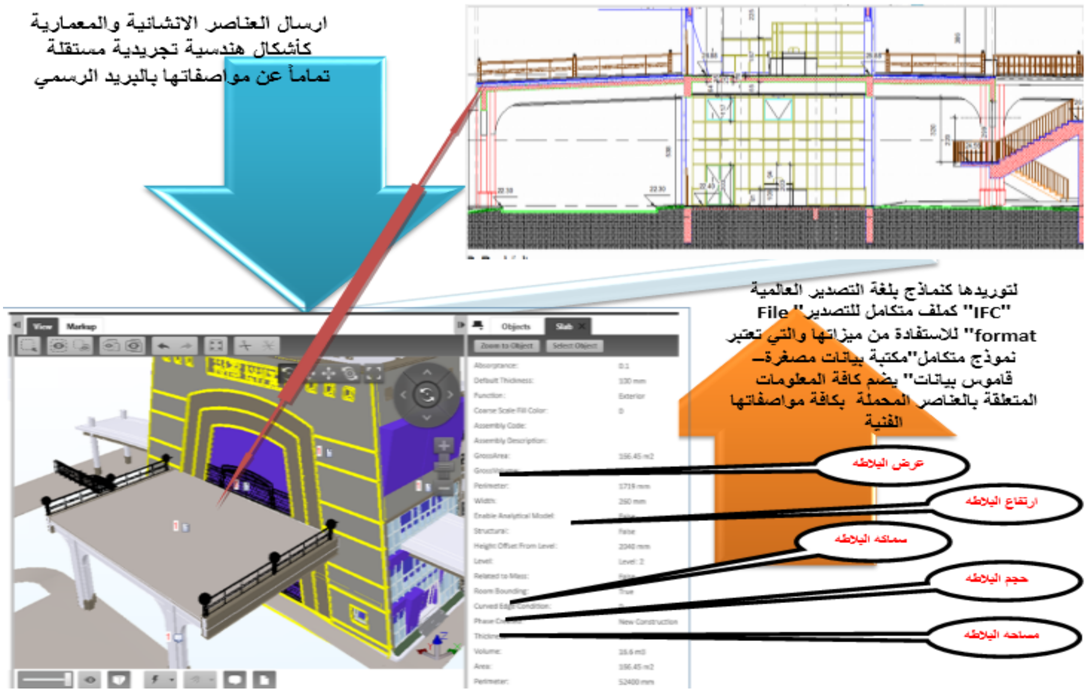
التطبيق العملي للأداة المقترحة: تفعيل **IFC** وتطبيق **TBS** على حالة مشروع الدراسة:

الحالة الأولى: اختصار الدراسات التنفيذية الورقية المرسلة والتي تراوحت بين(23 -43) لتصديرها كنموذج واحد IFC واستعراضهاعبر TBS كما يبينه الشكل 6:



الشكل "6" دراسة الحالة بعد تطبيق **TBS** والمقارنة مع الطريقة التقليدية

تتحول العناصر الانشائية والمعمارية المرسلة ضمن المخططات من كونها أشكال هندسية تجريدية لكونها كائنات ونماذج محملة بمواصفاتها كما يبينه الشكل 7:

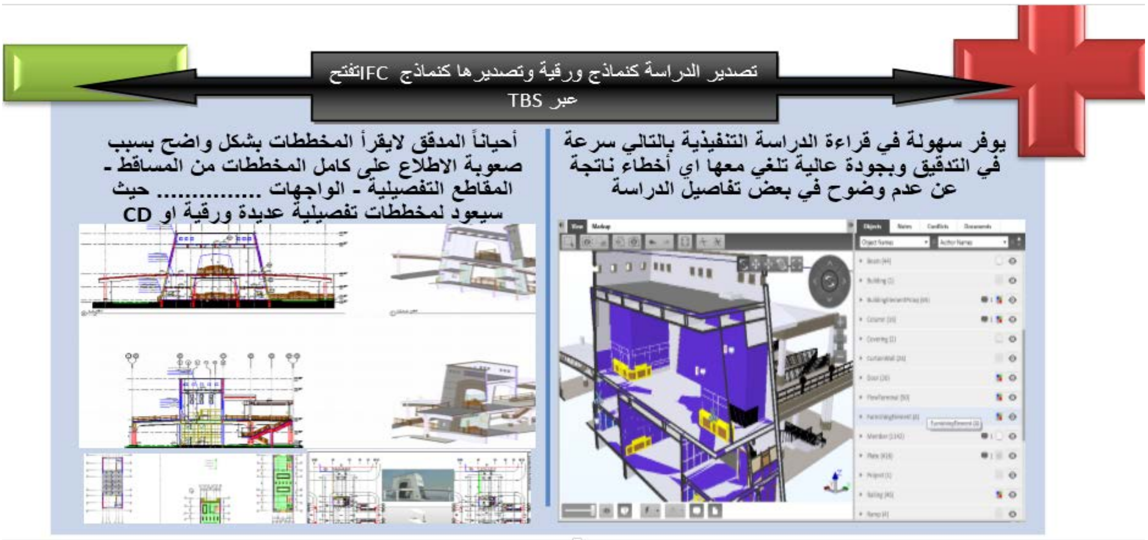


الشكل "7" دراسة الحالة بعد تطبيق **TBS** والمقارنة مع الطريقة التقليدية

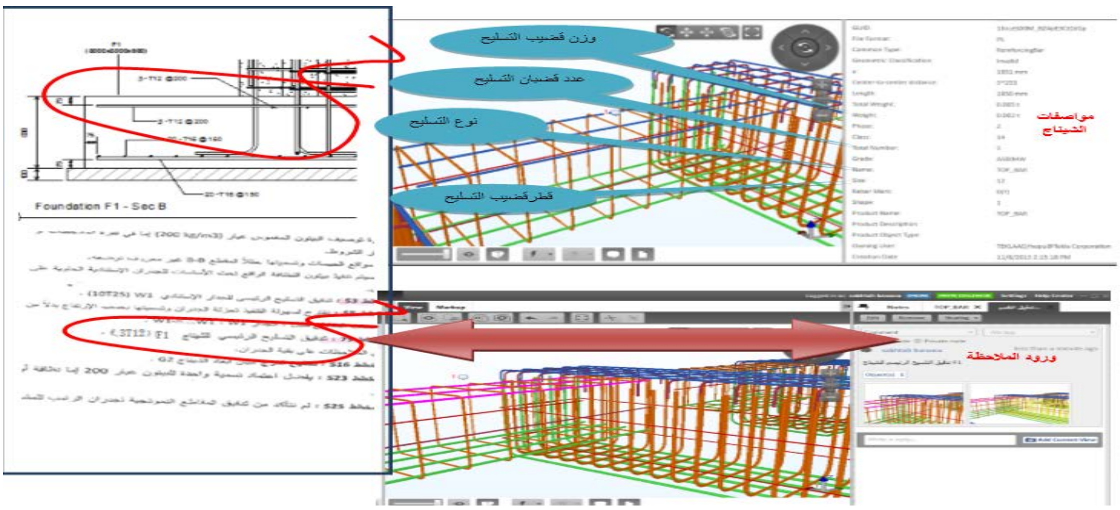
الحالة الثانية: كون المخططات الخاصة بالدراسات التنفيذية مرسلة ورقياً تمت طباعتها من برنامج الرفت مع مرفقات الكترونية على CD تمثل ملفات DWF هي في الواقع صور الكترونية تضم مساقط – مقاطع – واجهات مماثلة لما هو ورقي، مثلاً يبين الشكل "8" جزء من مخططات كتلة المحرس وكونها اختصرت لنموذج واحد تم استعراضه عبر TBS:

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

استعراض مواصفات الشناج وتدقيق قضبان التسليح من كونها ورقية لكونها صدرت كنموذج IFC ترتبط عناصره بمواصفاتها الفنية والهندسية مباشرة ثم بيان كيفية ورود ملاحظات التعديل من كونها ورقية مستقلة عن العنصر الى ملاحظات الكترونية كتبت على TBS الذي يستعرض نموذج IFC الخاص بالدراسة كما يوضحه الشكل 9.



الشكل (8) دراسة الجزء الأول من الحالة الثانية بعد تطبيق **TBS** مع المقارنة مع الطريقة التقليدية



الشكل (9) دراسة الجزء الثاني من الحالة الثانية بعد تطبيق **TBS** مع المقارنة مع الطريقة التقليدية

4.3 وضع معايير موحدة لإدارة البيانات التوصيف الفني والترميز القياسي وفق معايير **ISO** لبنود أعمال المشروع بتطبيق **RDLISO15926 RDL "reference data library"** مكتبة البيانات المرجعية **OCC iso**12006-4 نظام أومني لتكويد بنود الأعمال:

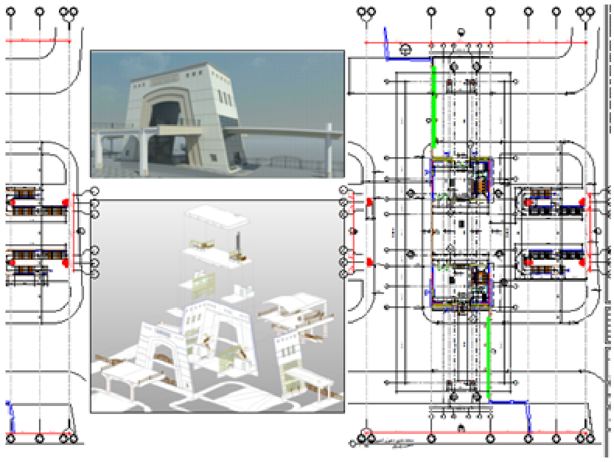
يعتبر ISO 15926 معيار هام لتحقيق قابلية التشغيل البيني Interoperability في مجال صناعة التشييد ويختص الجزء الأكبر بـ RDL "Reference data library " وهي عبارة عن مستودعات للبيانات تجمع التوصيف الفني والتقني لبنود معدات التشييد الأساسية كذلك التمديدات والأنابيب ثم نشاطات البناء منه أما OCC iso 12006-4 ويعرف أنه نظام تصنيف جديد متخصص بصناعة التشييد وهو مفيد جداً للعديد من التطبيقات يبدأ من تنظيم مكتبة لمواد البناء وصولاً لتأمين هيكلية للتصنيف وذلك بما يخص قواعد البيانات الإلكترونية صممتOmni class code لتؤمن أسس معيارية لتصنيف كل المعلومات الخاصة بالمشروع طيلة دورة حياة المشروع بدءاً من مفهوم الفكرة التصميمية وصولاً للصيانة.

BIM arabia
مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

1.4.3 التطبيق العملي لمعايير ISO 15926 و ISO 12006-4 على حالة دراسية:

تم القيام بالتطبيق العملي لتوحيد لغة التوصيف والتكويد "Data standardization" باستخدام RDL مع OCC على مشروع البحث لبيان فائدتها وإمكانية الاستفادة منها من قبل أطراف المشروع باعتبارها أحد معايير تحقيق قابلية التشغيل البيني Interoperability. عادة ترد بنود الأعمال في المشاريع الهندسية مع المواصفات بجداول معدة يدوياً ومرسلة عبر ملفات وورد ونظام تكويد عادي يقوم بوضعه الدراس دون وجود أي مرجعية قياسية لنظام التكويد أو حتى التوصيف وتكون ورقية مستقلة عن العنصر فيقوم المدقق بتدقيق المخططات الورقية بشكل مستقل ثم يعود بعد ذلك للمواصفات. الشكل(10):

المسلسل	بيان الأعمال	الوحدة
1–1–2	طينة أسمنتية داخلية ثلاث وجوه على الودع	
2–1–2	طينة أسمنتية خارجية ثلاث وجوه على الودع	
3–1–2	طينة أسمنتية تحت السيراميك	
3–2–2	بلاط سيراميك للأرضيات	
4–2–2	بلاط سيراميك للجدران	
1–3–2	نعلات رخام للجدران	
2–3–2	نعلات رخام للأدراج	
1–4–2	دهان أكرليك داخلي للأسقف والجدران	
2–4–2	دهان أكرليك خارجي للأسقف والجدران	
1–5–2	منجور خشبي للأبواب	
1–6–2	درابزون معدني للادراج	
1–7–2	أعمال الكاسرات الشمسية	
1–8–2	طبقة عازلة للسطح الأخير من الرقائق الأسفلتية	
1–9–2	تغطية فاصل الأرضيات (بشرائح بيتومينية)	
10–2	الأدراج	
11–2	أحواض زهور مسبق الصنع	



الشكل 10: بنود الأعمال مع المواصفات بجداول معدة يدوياً مع المخططات الورقية

تم استعراض المواصفات الفنية من خلال مكتبات ISO 15926RDL ثم تحميلها على العناصر، أما فيما يخص تكويد بنود الاعمال فإننا نوصي بتطبيق التكويد المعتمد وفق معهد CSI و هنا قمنا بتطبيق نظام ISO 12006OCC-4 على بنود الأعمال السابقة، بالدخول الى ملفات الريفت الخاصة بحالة الدراسة واضافة بارامترات معيارية خاصة بالتوصيف والتكويد ثم تصدير الدراسة المعدلة عبر ملف IFC واستعراضها عبر TBS بالإضافة لتحميل ملفات الاشتراطات الفنية الخاصة بتنفيذ بنود الأعمال السابقة عبر TBS فمثلا لبنود اعمال الطينة جاءت النتائج كمايلي الشكل(11):



الشكل 11: متغيرات أعمال الطينة والاشتراطات الفنية مرفقة عبر TBS

كما يتضح: هناك عدد هائل من البيانات والمعلومات والنشاطات التي يتم مشاركتها طيلة دورة حياة المشروع وتكون بحاجة للتخزين والأرشفة ليتم تبادلها واستخدامها من قبل كافة الأطراف، إن التطور التكنولوجي المستمر عموماً وبتكنولوجيا BIM

خصوصاً جعل الحاجة ملحة لخلق نظام حديث يواكب هذا التطور في تنظيم وإدارة معلومات وبيانات صناعة التشييد وفق أسس ومعايير عالمية ISO بحيث يسهل تداولها وتبادلها بين كافة الأطراف.

5.3 إدارة المحتوى الإلكتروني لبيانات المشاريع من خلال تصميم قوالب إلكترونية مساعدة لتطبيق المنهجية المقترحة:

تهدف القوالب الإلكترونية التي صممت في هذا البحث إلى تحقيق إدارة أفضل للبيانات "Data management" باستخدام المنهجية المقترحة من حيث إدارة الاجتماعات والتأكد من عدم النقص في البيانات المطلوبة والارشفة الإلكترونية لجداول الكميات والتوصيف والترميز(الكود) المقترح في البحث، وهي:

a. قالب Checklist template تصميم قالب إلكتروني يضمن التأكد من إرسال كل المخططات والوثائق التي تتضمنها المراسلة للتخلص من النقص الدائم للوثائق المرفقة ضمن الإضبارة المرسلة.
a. تصميم قالب إلكتروني يتضمن جداول الكميات والأسعار والمواصفات والاشتراطات الفنية منظمة الكترونياً ضمن وثيقة رقمية واحدة خاصة بكل بند عمل، تم ارفاق نموذج لأعمال الطينة في نهاية المقالة الشكل 12.
b. تم تصميم قالب إلكتروني Meeting template ينظم عمل الاجتماعات وجدول الأعمال والتقنيات المستخدمة في الاجتماعات الخاصة بمناقشة واستدراك الملاحظات الدراسة.

4. النتائج والمناقشة:

أظهر التطبيق الفعلي للمنهجية المقترحة على حالة الدراسة ما يلي:

1. اختصار الزمن وإلغاء التعارضات وسلاسة إدارة البيانات.
2. توفير الجهد وضمان جودة عملية التدقيق. حيث تساعد المدقق على فهم المشروع بشكل أوضح.
3. تحديث البرمجيات وإلغاء الغموض وعدم الوضوح بأسس الدراسة ومعايير التصميم التي تظهر أحياناً.
4. سهولة إدراج التعديلات لاستدراكها من الدارس واختصار المدة التي تستغرقها المراسلات.
5. أرشفة البيانات إلكترونياً وحفظها من الضياع ورقياً.

الخلاصــة:

إن تحليل ما سبق يقودنا إلى خلاصة وهي وجود ضعف واضح في إدارة بيانات المشاريع الهندسية مما أدى إلى نتائج سلبية على جودة المشاريع (الزمن – الجودة – الكلفة..) تقضي بالسعي الحثيث لتحقيق هدف البحث وذلك بتطبيق المنهجية المقترحة وأدواتها المقترحة ضمن منظومة BIM كما بينه الشكل (1) لضمان تحقيق النقل والتخزين والاستعراض الآمن للبيانات "Data interchange" تكامل بيانات المخططات "Data integration" تحقيق تكامل بيانات المخططات مع المواصفات "Data integration within specification" تحقيق تكامل البرمجيات"Software integration" تحقيق المرونة في التعديل والتحديث لبيانات المخططات "Data update" تحقيق تكامل الاختصاصات" Data integration between specialization" كذلك توحيد لغة توصيف وترميز البيانات وفق معاييرISO القياسية العالمية " Data standardization" ثم تصميم قوالب مساعدة تسهل إدارة البيانات بين مختلف الأطراف "Data management" باستخدام الأدوات "IFC،TBS" مع وجود OCC،RDL في مجال نقل وتبادل البيانات بين مختلف الأطراف العاملة في مجال الدراسة والتصميم وذلك ضمن منظومة BIM وهذا يضمن اختصار الزمن وسلاسة إدارة البيانات ويلغي عدم الوضوح بأسس الدراسة ومعايير التصميم التي تظهر أحياناً.

ويُلحظ بالعودة للدراسات المرجعية التي مرت في سياق البحث التنوع في التطبيقات المقترحة واللازمة لتحقيق Interoperability أما هنا في بحثنا الحالي فقد قمنا بتجميع العديد من هذه التطبيقات وقولبتها بما يناسب حالة الدراسة خصوصاً ومنظومة مؤسسات القطاع العام الهندسية عموماً في سبيل الوصول لمنهجية متكاملة للتطبيق الشكل (1) حيث ركزت المراجع العالمية على أجزاء من هذه المنهجية أما في بحثنا الحالي قمنا بتحقيق التكامل بين هذه التطبيقات بالإضافة لمجموعه من الاضافات وصولاً للمنهجية المتكاملة الحالية.

5. الإستنتاجات والتوصيات:

استناداً إلى نتائج البحث نوصي بتفعيل الأدوات المقترحة التالية لتحقيق قابلية تشغيل بينية متكاملة " Interoperability" بين مختلف أطراف المشروع كما وضحت في هدف البحث بالشكل(1):

1. TBS "Teklabimsight" – IFC: ضرورة تفعيل استخدام IFC كصيغة تصدير للدراسة تضمن سلاسة نقل وتبادل البيانات وكمعيار أساسي لتحقيق Interoperability ضمن بيئة BIM وتفعيلها لإدارة البيانات بين أطراف المشروع واستخدام TBS كبرنامج معتمد عالمياً لفتح واستعراض نماذج IFC المصدرة.

Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

2. استخدام مكتبة البيانات المرجعية لتوصيف بنود الأعمال ISO15926 RDL reference data library ونظام الترميز القياسي لترميز وتكويد بنود الأعمال ISO12006-4 OCC Omni class code واللذين أصدرتهما المنظمة العالمية للتقييس ISO international organization for standardization في ظل غياب نظم قياسية مستخدمة حالياً في المشاريع الهندسية المحلية.
3. استخدام القوالب الإلكترونية التي تم تصميمها باستخدام برنامج InfoPath لتحقيق إدارة متكاملة للمحتوى الإلكتروني للبيانات وإعطاءها هيكلاً قياسياً يسهم في اتساق وسهولة مشاركة وتبادل البيانات.

الاعترافات والشكر:

أود أن أتقدم بالشكر والامتنان إلى وزارة التعليم العالي، وإلى جامعة تشرين، كلية الهندسة المدنية، لاحتضانها لي ولعملي، وأخص بالشكر قسم هندسة وإدارة التشييد لدعمه وتأييده الدائم لي، وأتقدم بجزيل الشكر والتقدير العظيم لمد يد العون الكريمة والمساعدة في الأبحاث الخاصة بهذا البحث إلى كل من أشرف على هذا البحث من أعضاء الهيئة التدريسية وأقدر الجهود الحثيثة التي قدمت من أي طرف في سبيل إنجاز العمل الخاص بهذا البحث ليصل لما هو عليه الآن.

قالب التوصيف الفني المعياري والاشتراطات الفنية وكل ما يتعلق بأعمال المشروع الطينة مثلاً:

بيانات المشروع :

اسم المشروع	المرحلة العمل الحالية للمشروع :	تاريخ المراسلة :
	8/26/2018	

بيانات المدير :

الاسم	البريد الإلكتروني	التوقيع :

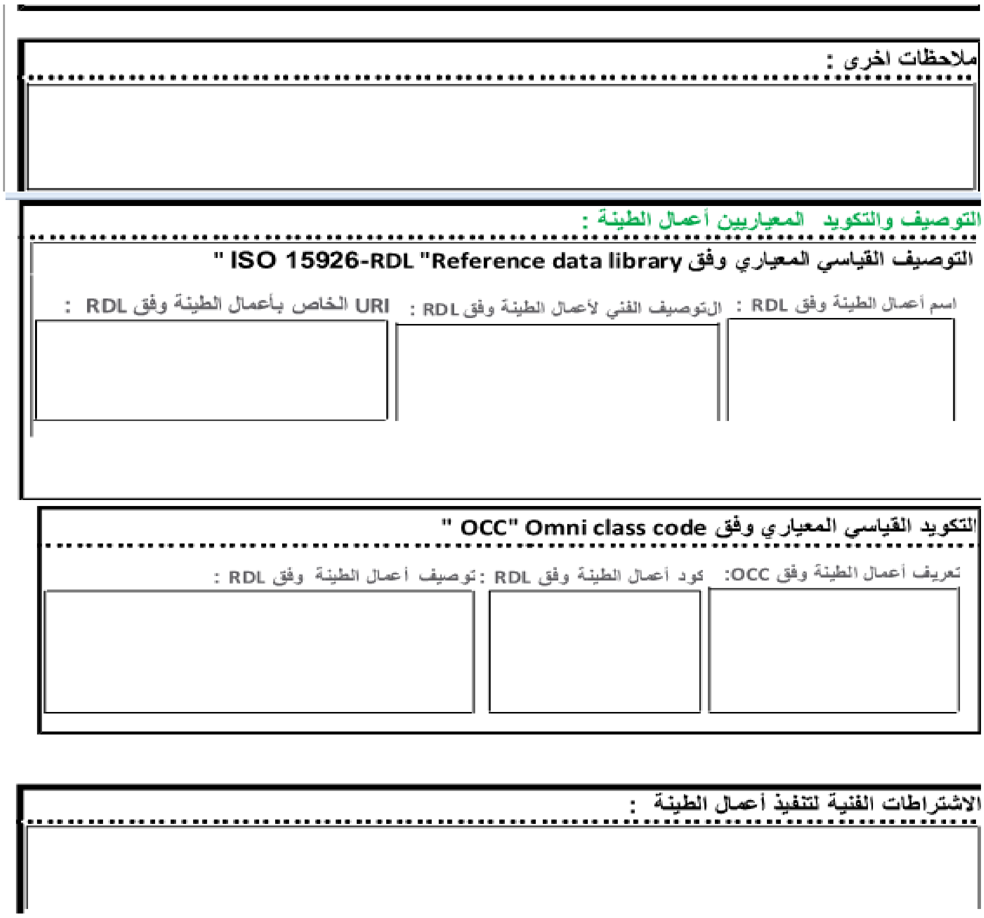
بيانات المهندس الدارس :

الاسم	البريد الإلكتروني :	القسم الوظيفي :	التوقيع :

بيانات بند العمل :

العنصر المدروس	الكمية المقدرة	وحدة العمل القياسية :	السعر / وحدة العمل :

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48



الشكل 12 قالب الكتروني ينظم اشتراطات تنفيذ أعمال الطينة منظمة وفق RDL، OCC

6. المراجع:

سخطة، بنان رياض. تحسين تطبيق مبدأ الإدارة البينية المتكاملة في المشاريع الهندسية باستخدام صيغة تصدير النماذج IFC ضمن منظومة BIM، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية- سلسلة العلوم الهندسية. الجمهورية العربية السورية، المجلد 36 العدد الخامس،2014، 577-598.

Amor and Dimyadi ،(2010) . ***An open repository of IFC data models and Analyses to support interoperability deployment*** . 27th international conference . Egypt: cairo .

Bruce and Burt ,(2009) .***Bim interoperability :the promise and the reality*** . Structure magazine.**3**،19-21 .

Babic ،et al.; (2010). ***Integrating resources production and construction using Bim.*** Automation in construction. 19 ،539-543**.**

Benner ،J. ،Geiger ،A. and Hafele ،K . (2010) ،"CONCEPT FOR BUILDING LICENSING BASED ON STANDARDIZED 3D GEO INFORMATION",5th International 3D GeoInfo Conference ،November 3-4 ،2010 ،Berlin ،Germany ،Commission IV ،WG IV/8.

Dean ،et al; (April ،2010) . ***Strategic plan to develop Bim interoperability in structure concrete.*** ATC-81 project management committee .USA: Washington .

Goncalves ،et al.; (2006). ***Challenging the Interoperability between computers in the industry with MDA and SOA***. Computers in industry. 57 ،679-689.

Holcomb ،Patrick ;(2010). ***Interoperability challenges for owners operators –developing industry trends.*** Intergraph corporation. USA: Madison.

Interoperability challenges for owners operators –developing industry trends. (August 2007): Intergraph press.

Intergraph corporation annual report (2011) ،" What are consequences of not having Interoperability in our construction management" ،available at www.intergraphcorporation.com (accessed 25 may 2012).

Legner and Lebreton ،(2007). ***Business Interoperability research: present achievements and upcoming challenges*** .Electronic markets. 31 ،176-186.

Lindstorm ,Adam (2013) . ***Model-based Quantity Takeoff in Production*** . Master of Science Thesis in the Master's Programme Design and Construction Project Management . Department of Civil and Environmental Engineering Division of Construction Management . CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY: Goteborg ،Sweden .

Ling and Li ،(2011). ***Using social network strategy to manage construction projects in china***. Project management. **30** ،398-406.

Lipman ،Bilal (2009) . ***Interoperability with Cis/2 and IFC.*** National institute of standards and technology(NIST).Building and fire research laboratory ،NASCC-BIM 102 for the steel fabricator:USA .

Moses ،et al ;(2008) .***The practicalities of transferring data between project collaboration systems used by the construction industry***. Automation in construction. **17** ،824-830.

Paap ،ONNO(may ،2010) . ***Practical ISO 15926 ,interoperability with RDF/OWL*** .Flour corporation: USA .

Shen ,et al; (2009) .***Systems integration and collaboration in architecture ,engineering ، construction and facilities management : a review*** . Advanced engineering informatics . **24**، 196-207 .

Sidawi ،Rabi (2008) . ***Interoperability: A Bim checklist for project delivery*** .Applied software. USA:Atlanta .

Succar ،Bilal (2008) .***Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders***. Automation in construction. 18 ،357-375.

White ،Bob (September ،2008). ***Rethinking standards in construction developing the next generation of construction standards***. United Kingdom: BSI.

Yang and Zhang ،(2006) .***Semantic interoperability in building design : methods and tools*** . Computer-aided design . **38** ،1099-1112 .

Tekla bim sight manual (2012) ،"How to use Tekla Bim sight easily and get use of its benefits" ، available at : www.teklabimsight.com (accessed 23 February)

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

تحليل أداء المباني المستدامة باستخدام برمجيات BIM – تقييم دقة المحاكاة

ياسر سعيد محمد أبوالسعود[1]

[1] بكالوريوس الهندسة المعمارية – جامعة عين شمس – كلية الهندسة – القاهرة - مصر
ماجستير في إدارة المشروعات – جامعة حلوان – كلية الهندسة بالمطرية ؛ LEED GA & BPAC

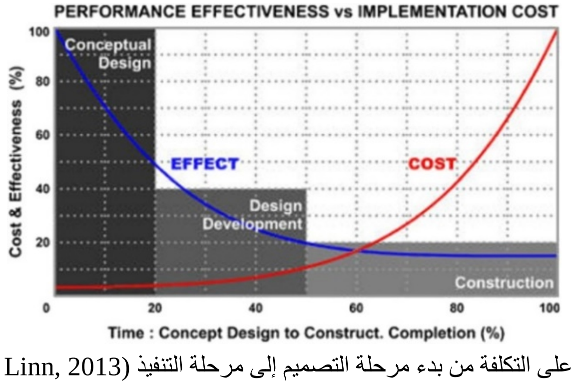
ملخص البحث:

مع تطور الفكر الإنساني زادت الجهود لتحسين مخرجات مشروعات الإنشاءات لتشمل مراعاة البيئة وراحة الإنسان والحفاظ على الصحة العامة، مما دعا إلى وضع تصورات أوسع للأثر البيئي لهذه المشروعات ووضع آليات العمل والإجراءات المناسبة للحد من الآثار السلبية. وقد نشأت تبعاً لهذه التصورات محاولات ناجحة تخدم التكامل بين التخصصات المختلفة ذات الصلة بإدارة عمليات التصميم والبناء والتشغيل والصيانة، ولازالت هناك محاولات أكثر طموحاً للمزيد من التحسين والتكامل. يهدف البحث إلى تطوير آلية عمل (Framework) توفر قياس أكثر دقة لأداء المباني المستدامة باستخدام برمجيات BIM بالمشاركة بين الجهات الحكومية وشركات التصميم. وقد اعتمدت منهجية البحث على محورين رئيسيين؛ أولهما مراجعة أدبية لما توصلت إليه الأبحاث السابقة فيما يخص دور برمجيات BIM في تحسين مخرجات التصميم ومدى إمكانية التكامل فيما بينهما. والثاني هو إختبار دقة القياسات الناتجة عن محاكاة إستهلاك الطاقة وتكلفتها بالمقارنة مع الأداء الفعلي لمدة عشر سنوات لمبنى قائم. وقد خلص البحث إلى أن الفجوة بين الأداء الفعلي والمحاكاة باستخدام برمجيات BIM تضاءلت في السنوات الأخيرة واقترح البحث نموذجاً لتطوير آلية عمل المحاكاة أثناء مراحل التصميم. ومن ثم أوصى البحث بموضوعات يمكن للباحثين العمل عليها في المستقبل.

الكلمات الدلالية: BIM؛ المباني المستدامة؛ المباني الخضراء؛ تحليل أداء المباني؛ محاكاة أداء الطاقة

1. المقدمة

لطالما هدفت الجهود المبذولة في مجال إدارة التشييد إلى تنفيذ المشروعات بأقل وقت وجهد وتكلفة مع الحرص على المستوى المطلوب من الجودة، ومع تطور الفكر الإنساني زادت الجهود لتحسين مخرجات المشروعات لتشمل مراعاة البيئة وراحة الإنسان والحفاظ على الصحة العامة، مما دعا إلى وضع تصورات أوسع لأثر هذه المشروعات ووضع آليات العمل والإجراءات المناسبة لتحقيق هذه الأهداف. وربطها بخطط زمنية محددة مثل خطط الدول لعام (2020) و(2030) وخطة (Architecture 2030) و (Net Zero Buildings) وغيرها من الخطط والمبادرات، وقد نشأت تبعاً لهذه التطورات محاولات ناجحة تخدم التكامل بين التخصصات المختلفة ذات الصلة بإدارة عمليات التصميم والبناء والتشغيل والصيانة، ولازالت هناك محاولات أكثر طموحاً للمزيد من التحسين والتكامل. وقد أخذ البحث في اعتباره تتبع أحد المنهجيات الطموحة لتحقيق هذا التكامل الذي يخدم مستقبل إدارة التشييد واستناداً إلى التقدم الملحوظ في برمجيات BIM التي تمكن فريق التصميم من دمج الكثير من المعلومات في نموذج تخيلي مسبق وما تشمله هذه المعلومات من مستندات وعمليات التنسيق والتحليل المطلوب القيام بها على مدار دورة حياة المشروع، والاستفادة من تلك المميزات في التوجه المستقبلي للخروج بمشروعات حضرية وأبنية أكثر توافقاً مع متطلبات الإنسان والبيئة بما لا يؤثر على حق أجيال المستقبل في المزيد من التحسين والراحة وهو ما تعمل على تحقيقه منهجيات تقييم المباني المستدامة/الخضراء حول العالم. وتعد "مراحل التخطيط المعماري الأولية حجر الأساس لبناء وتحسين الأداء، وينبغي أن تأخذ هذه المرحلة الإهتمام الأكبر للتحكم في تصميم شكل المبنى ودراسة العلاقات المنطقية بين الأنظمة الداخلية من خلال عملية التصميم القائم على نماذج (Models) مرجعية لحفظ ومعالجة والتحكم في المعلومات (Parametric Design Process)؛ والتي أيضاً لها كبير الأثر على تكلفة المشروع" (Borong Linn, 2013).



رسم توضيحي 1: أثر اتخاذ القرار على التكلفة من بدء مرحلة التصميم إلى مرحلة التنفيذ (Borong Linn, 2013)

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

1.1 أهداف البحث

يهدف البحث إلى دراسة قابلية برامج نمذجة معلومات البناء (BIM) لدعم فريق التصميم باتخاذ القرارات التصميمية الصحيحة في وقت مبكر من مراحل التصميم ؛ وتوفير نموذجاً لآلية عمل لدمج محاكاة أداء المباني للطاقة في مراحل التصميم.

2. منهجية البحث

تم بناء منهجية البحث على محورين رئيسيين:

المحور الأول: جمع المعلومات من الأبحاث ذات الصلة في السنوات الأخيرة في نطاق الموضوعات التالية:

- حصر أدوات تقييم المباني المستدامة المتوفرة في السوق العالمي وعلاقتها بمراحل التصميم.
- مساهمة وتقييم مدى الإستفادة من برمجيات BIM في قياس أداء المباني المستدامة.
- التوقعات التي رصدتها الأبحاث السابقة لتطور حركة استخدام برمجيات BIM في مجال البناء المستدام.

المحور الثاني: إختبار دقة القياسات الناتجة عن محاكاة إستهلاك الطاقة وتكلفتها بالمقارنة مع الأداء الفعلي لمدة عشر سنوات لمبنى فندق قائم بالمنطقة الشمالية الغربية للمملكة العربية السعودية

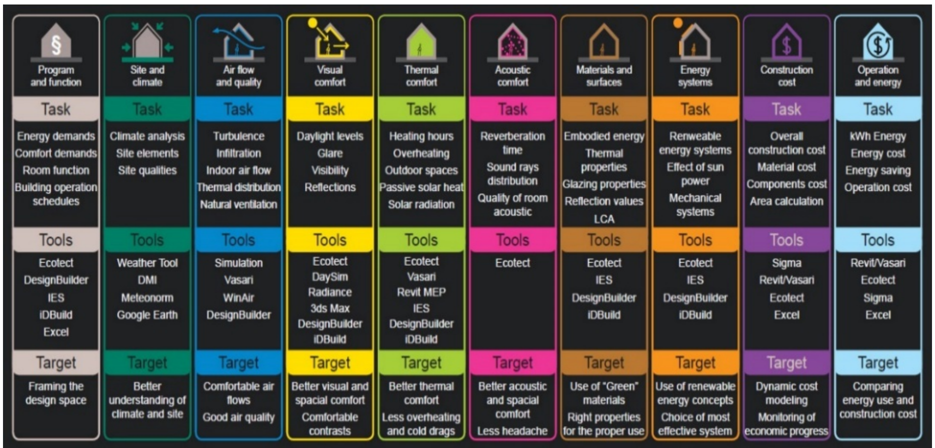
ومن ثم يخلص البحث لاقتراح نموذجاً لتطوير آلية عمل محاكاة الطاقة باستخدام برمجيات BIM أثناء مراحل التصميم

3. الدراسات السابقة

لقد ناقشت بعض الأبحاث القضايا المحيطة باستخدام BIM جنباً إلى جنب مع ممارسات التصميم المستدام والمشاكل المرتبطة كمحاولة لتقييم الفوائد بطريقة كمية بحتة، ونقاش القيود المفروضة على البحوث والدراسات السابقة عن BIM في قياس مدى الاستفادة، واقتراح إطار أوسع يشمل كلا من القياس الكمي والنوعي لفهم أعمق لعملية الدمج بين BIM والتصميم المستدام لقياس ما يمكن لـ BIM أن يقدمه للاستدامة، و تقديمه كنظام لتيسير التغيير في مفاهيم وممارسات البناء المستدام السائدة، ووضع محددات قياس للأداء تتطلب أكثر من مجرد تقييم الأداء الفني منفصل؛ من أجل أن يصبح BIM ذات مغزى و مفيد لكل من الأداء التنظيمي وأداء البناء (Dowsett, 2013)

1.3. المبدأ العام لنمذجة معلومات البناء (BIM)

نمذجة معلومات البناء (BIM)هي واحدة من أهم التطورات الواعدة الأخيرة في مجالات الهندسة المختلفة. باستخدام BIM يتم إنشاء نموذج تخيلي دقيق للمبنى؛ هذا النموذج، والمعروف باسم نموذج معلومات المبنى، ويمكن استخدامه للتخطيط وتصميم وبناء وتشغيل المشروع، كما أنه يساعد المهندسين في تصور ما سيتم بناؤه في بيئة محاكاة تخيلية لتحديد بدائل التصميم والإنشاء، أو العناصر المتعلقة بالتشغيل. و BIM كنهج جديد في مجالات الهندسة المختلفة (AEC) يعمل على تكامل أدوار الأطراف أصحاب المصلحة بالمشروع (Azhar, 2011). ولا شك أن العمل على قياس أداء المباني باستخدام برمجيات BIM لا يقتصر على برنامج واحد وإنما يجب أن يتبع آلية عمل مكونة من عدة برمجيات يقوم كل منها بدور محدد خلال عملية التصميم بدءاً من مرحلة الأفكار الأولية (Conceptual Design Stage).



رسم توضيحي 2 : البرمجيات المستخدمة في تحليل اداء المباني خلال مراحل التصميم (Autodesk, 2017)

*بعض هذه البرمجيات تم إلغاءه في إطار دمج وظيفتها لبرنامج Revit أو السحابة الإلكترونية Autodesk Green Building Studio و Insight 360.

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

(رسم توضيحي 2) يعطي تصوراً أولياً لأشهر البرمجيات التي يمكن استخدامها في قياس الأداء البيئي للمباني ومجالات إستخدامها من شركة برمجيات واحدة فقط، إلى جانب هذه البرمجيات قامت بعض الشركات العالمية بتطوير برمجيات أو إضافات تعمل داخل برمجيات BIM. وقد شهد العقد الماضي نمواً ملحوظا في صناعة محاكاة الطاقة، مدعمة في المقام الأول بمعايير صارمة لضمان كفاءة استخدام الطاقة في المباني والنمو في جهود المنظمات الغير ربحية في تطوير أنظمة شهادات المباني الموفرة للطاقة. يوضح (جدول 1) وصف لأدوات محاكاة الطاقة الأكثر استخداماً. كما يوضح (جدول 2) قائمة بأدوات محاكاة الطاقة المستخدمة حول العالم ومصادرها وبعض خصائصها (AIA, 2012)

جدول 1: أدوات محاكاة الطاقة الأكثراستخداماً عالمياً (AIA, 2012)

متاح بدون رسوم	التمويل وسماحية الإنتشار	واجهة البرنامج	المرجع
Yes	yes	eQUEST	DOE-2
Yes	yes	Visual DOE	
		EnergyPro	
		Autodesk GBS	
		Bentley Hevacomp	EnergyPlus
		Design Builder	
yes	yes	OpenStudio	
yes	yes	Simergy	
yes	yes		Energy 10
yes	yes	TRNSYS	TRNSYS
		HAP	HAP
		IES-VE	IES-VE
		0 TRACE 700	TRACE 700

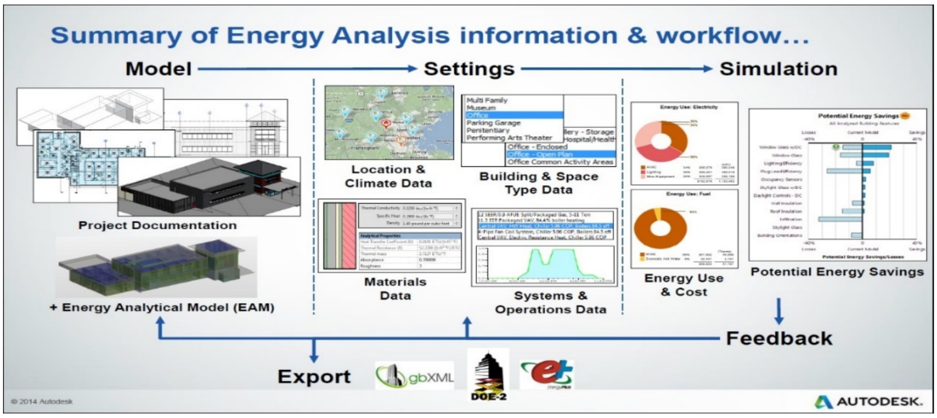
جدول 2: أدوات محاكاة الطاقة المستخدمة حول العالم ومصادرها وبعض خصائصها **(AIA, 2012)**

مجانية	الإعتماد من كود مرجعي	الموائمة لمراحل التصميم الأولية	المخرجات البصرية	واجهة حيوية بصرياً	محرك المحاكاة المرجعي	الأداة
yes	No	Yes	yes	yes	EnergyPlus	COMFEN (RESFEN – residential)
No	yes	Yes	Limited	yes	EnergyPlus	DesignBuilder
No	No	Yes	yes	yes	CIBSE Admittance Method	Ecotect
yes	No	Yes	Not specifically, but s/s	No	None (spread-sheet)	EMIT1.2
No	Yes (easiest to use)	No	No (auto-generates compliance report)	No	DOE-2.1E	Energypro
yes	yes (most popular)	Must be far enough along to input HVAC	No	yes	DOE-2.2	eQUEST®
No	No	yes	yes	yes	DOE-2.2	green building studio/ Vasari
No	yes	No	No	Limited	Transfer Function Method	hourly Analysis program (HAP)

BIM arabia
مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

IES virtual Environment	Apache	yes	yes	Gaia +Toolkit yes	yes	No
OpenStudio	EnergyPlus	yes (similar to	yes	Must be far enough along	yes	yes
Sefaira concept	Sefaira	yes	yes	Yes	No	No
Simergy	EnergyPlus	yes	Limited	Not yet	yes	yes
TAS	TAS	yes	yes	Yes	yes	No
TRACE® 700	TRACE	No	Limited	Must be far enough along	yes	No
TRNSYS	TRNSyS	yes	No	No	No	No

وبداية عملية التحليل تعمل على خلق صورة واضحة لما سيتم قياسه وما هي جوانب التصميم المطلوب تحسينه. يمكن أن يساعد ذلك على فهم الأدوات التي يجب استخدامها، وما يجب التطلع إليه في نتائج التحليل. وبمجرد وضوح الأهداف وأدوات القياس المطلوبة لتحليل الأداء يمكن العمل على المحاكاة التي تقارن بين خيارات التصميم المختلفة واكتساب رؤية أكثر وضوحاً من نتائج التحليل؛ مع مراعاة ضرورة توافر بعض الحسابات التقريبية معدة مسبقاً لقياس مدى منطقية نتائج التحليل؛ بالتالي يتم تكرار المحاكاة في مراحل التصميم والخروج بإحصاءات تساعد في توجيه استراتيجية التصميم والخطوات التالية (Autodesk, 2017). وللمساعدة في الحصول على أقصى فائدة من النتائج وتحسين مخرجات التصميم، توفر أدوات BIM المقارنة القياسية مع معايير الصناعة مثل ASHRAE 90.1 و2030 Architecture. وإنتاج سيناريوهات مختلفة لتطبيق افتراضات متسقة لعدة نماذج لمقارنة النتائج بدقة. يشرح (رسم توضيحي 3) الدورة المتكررة لتحسين نتائج المحاكاة.



رسم توضيحي 3: الدورة المتكررة لمحاكاة الأداء في **BIM - (Autodesk, 2017)**

إن وجهة النظر التي تحدد أداء المبنى من حساب استهلاكه للطاقة فقط هي وجهة نظر غير مكتملة، لكن الحقيقة هي أن معظم المباني معقدة جداً بحيث لا يمكن تقييمها على أساس استهلاك الطاقة فقط. ولا شك أن أداء المباني يحتاج إلى تعريف أوسع وأكثر شمولية .وبالرغم من أهمية الطاقة والاستدامة إلا أننا بحاجة إلى دراسة عوامل أخرى لأداء المباني. (Jim Sinopoli, 2009). يظهر (رسم توضيحي 4) العوامل التي يتأثر بها المبنى.

2.3. نمذجة معلومات البناء (BIM) والإستدامة

تعد أحد أهم المساهمات في تصميم المباني المستدامة عالية الأداء هو الإعتماد على استخدام BIM من حيث إضافة متطلبات المواصفات الخاصة، والحاجة إلى تتبع العديد من جوانب عملية البناء مثل إدارة نفايات البناء وحماية جودة الهواء في الأماكن المغلقة أثناء الإنشاء والتحكم في التآكل والترسيب. بالإضافة إلى ذلك، حساب كميات المواد المعاد تدويرها، والانبعاثات من المواد، وغيرها من البيانات المطلوبة للحصول على شهادة المباني المستدامة. يوفر BIM القدرة على قبول المكونات الإضافية التي تمكن المصمم من محاكاة إستهلاك الطاقة والإضاءة الطبيعية وتوفير قاعدة للبيانات المطلوبة من قبل هيئات منح شهادات المباني الخضراء.



رسم توضيحي 4: العوامل المؤثرة على أداء المبنى **(Autodesk, 2017)**

أيضاً باستطاعة BIM أن يجعل من السهل تحديد الموقع الأمثل وتوجيه المباني لتحقيق أقصى قدر من توليد الطاقة المتجددة والإضاءة الطبيعية والحد من استهلاك الطاقة. ويعد BIM أداة هامة والفعالة التي يمكن أن تزيد من دعم المباني الخضراء عن طريق خفض التكاليف. على الرغم من أن ليست ذات صلة صارمة لشهادة المباني الخضراء، فإنه يجعل العملية أسهل بكثير وأقل تكلفة من خلال توفير "مكان واحد" للحصول على المعلومات (Kibert, 2016). وبينما تغير المناخ يحدث بسرعة أكبر بكثير حتى من أكثر التنبؤات تشاؤماً. فقد تغيرت بعض الأفكار الأساسية حول تقييم المباني المستدامة، وهناك قوة دافعة كبيرة نحو دمج تقييم دورة الحياة (Assessment-LCA Lifecycle) بشكل أعمق في تقييم المشروع.

3.3. العلاقة بين **BIM** ومحاكاة إستهلاك الطاقة

في عام 2015 أجرى (M. Senave & S. Boeykens) خمس دراسات لفحص العلاقة بين BIM ومحاكاة الطاقة واستنتجا أن "ترسانة كاملة من الأدوات موجودة لتصدير البيانات من نموذج BIM لصالح نموذج محاكاة الطاقة. ولم يزل التطبيق التلقائي لتصدير البيانات أمراً مرهقاً، تستغرق وقتا طويلاً وقد تؤدي إلى أخطاء وتفسيرات خاطئة. ولا يزال تطوير أدوات لإنجاز عمليات المحاكاة الديناميكية من خلال برامج متخصصة مثل "EnergyPlus" من خلال معايير Industry Foundation (IFC-Classes) في مرحلة تجريبية، ولكنه يوفر آفاقا جيدة لتشغيل تبادل البيانات وتحليلها على نطاق واسع. وبالمثل، فإن العديد من التطورات الواعدة في السوق، لكل من تطبيقات BIM وأدوات محاكاة الطاقة. (M. Senave, 2015)

4.3. التكامل وقابلية التشغيل البيني (Integration and Interoperability)

إن دراسة دورة حياة المبنى تساعد المنظمات التي تتبنى نمذجة المعلومات في تحديد المسؤوليات والوظائف المختلفة. ومع ذلك، لا توجد أداة BIM محددة يمكن أن تدعم جميع الوظائف اللازمة في جميع مراحل دورة حياة المبنى. تبادل البيانات بين التطبيقات أمر ضروري لفريق المشروع. ويمكن تبادل معلومات النموذج بين اثنين من أدوات البرمجيات المختلفة في أربع طرق (Jalaei, 2015)

- الروابط المباشرة بين أدوات بيم المحددة
- تنسيق تبادل الملكية للملفات (Proprietary Exchange File Format)
- تنسيقات التبادل العامة (Public Level Exchange Formats)
- تنسيقات تبادل خاصة (XML-based exchange formats)

5.3. تقييم الاستفادة من برمجيات **BIM** في مجال الاستدامة

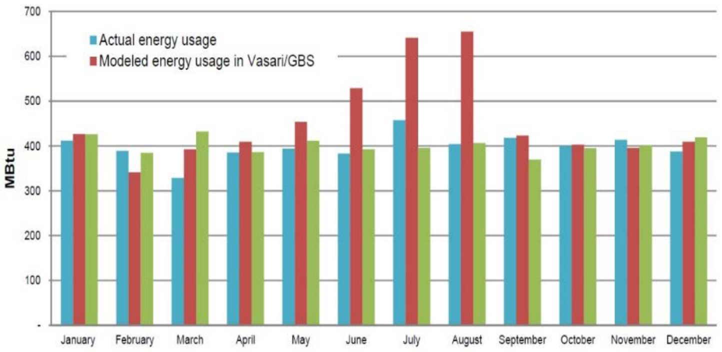
إلى الآن تدور الأبحاث حول نتائج متقاربة بأن الدراسات السابقة قد استخدمت طرق قياس الاستفادة من BIM في دعم الاستدامة وقد أثبتت فقط مؤشرات للتطور، ولكنها لم توفر أدلة ملموسة عن الأسباب الحقيقية لهذا التطور ولا مدى الترابط بين عمليات التحسين والتدريب وجودة المعلومات و/أو الدروس المستفادة. وفي أفضل الممارسات فإن المفاهيم الجامدة تهمل جوانب البيئة الثقافية، والتفاعل الاجتماعي والتي يمكن أن تؤثر ليس فقط على النتائج ولكن أيضا على متخذي القرار أنفسهم. ويجدر بالتطلعات المستقبلية والنطاقات الأوسع للفرص التي أوجدتها تطورات منهجيات وأدوات BIM أن تنتج حتماً هيكليات ذات قدرات تنظيمية

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

بشكل أفضل وبعدها ستكون قيمة مضافة في مجال الاستدامة (Dowsett, 2014). وفي عام 2013 توصلت مجموعة من الباحثين من خلال أحد استطلاعات الآراء إلى أن احتمالية استخدام BIM أصبحت مرتفعة. وأن هناك عقبات مازالت تواجه BIM في دعم الإدارة التكاملية (IPD) لمشروعات التشييد. وتشير النتائج إلى أن المهنيين في سوق البناء والهندسة والتشييد (AEC industry)، على استعداد لتغيير الأسلوب التقليدي في التصميم والانتقال إلى BIM مع تباين آرائهم حسب علاقتهم بالمشروعات (Iman Kiani, 2013). وزيادة على كون المحاكاة مفيدة في مرحلة التصميم إلا أن الفائدة الأكثر أهمية هي إستخدام المحاكاة كمرجعية خلال دورة حياة المبنى. وأن عدم شيوع إستخدام منهجية محاكاة تحليل الطاقة خلال دورة حياة المبنى للمساعدة في تحسين عملها بعد الإنتهاء من مرحلة التشييد وأيضاً في دقة تحليل الطاقة التي تمت محاكاتها ليعد موضع إستفهام (Claridge, 2011). ويحتاج دمج محاكاة أداء المباني المستدامة باستخدام تطبيقات BIM إلى فهم مراحل تطور التصميم ودور البرمجيات المناسبة لكل مرحلة؛ وأيضاً فإن تحسين مخرجات المحاكاة يحتاج للتعاون المستمر والمتكرر في كل مرحلة بين كلا من فريق التصميم والفريق المنوط بعمليات التحليل (Abolsaud, 2018)

6.3. مقارنة مخرجات أدوات قياس BIM

قامت عدة دراسات على المقارنة بين برمجيات قياس أداء المباني فيما بينها تارة وبينها وبين الأداء الفعلي للمباني تارة؛ وقد خلصت هذه الدراسات إلى اكتشاف تفاوتات متباينة في نتائج المحاكاة بين برمجيات BIM المختلفة؛ وتفاوتات أيضاً في دقة مخرجات تجارب المحاكاة. و توضح الدراسة المقارنة التي قدمها ثلاثة من الباحثين في مؤتمر (ACEEE) في عام 2014 مدى قدرة برامج محاكاة الأداء على تحليل أداء المباني في مرحلة مبكرة من عملية التصميم (Conceptual Design Stage) من خلال المقارنة بين بيانات الاستهلاك الفعلي وبين نتائج محاكاة أداء حالة عملية باستخدام برنامجين من أشهر البرامج المتخصصة في هذا النوع من التحليل والتي تعد من أنسب برمجيات BIM لتحليل الأداء في مرحلة مبكرة من التصميم وهما (Vasari/GBS) و (Sefaira). وقد أظهرت النتائج أنه قد يكون هناك اختلافات كبيرة بين نتائج المحاكاة وبين بيانات الاستهلاك الفعلي للطاقة (Ajla Aksamija, 2014). وبعد عام واحد من هذه الدراسة (عام 2015) تقول (Ajla Aksamija) إن تكنولوجيا المعلومات توفر وسائل لتحسين ممارسات التصميم الحالية، حيث أن عناصر التصميم المختلفة التي تتسم بعدم الوضوح يمكن محاكاتها ودراستها من بداية التصميم. فمحاكاة استهلاك الطاقة والتبادل الحراري استطاعت تحسين قرارات التصميم وعززت تكامل آلياته من خلال استخدام التكنولوجيا الرقمية (Aksamija, 2015)



رسم توضيحي 5: مقارنة بين الإستهلاك الفعلي ومحاكاة الأداء باستخدام برمجيات **BIM**

7.3. التكامل بين BIM ونظم المعلومات الجغرافية (BIM AND GIS INTEGRATION)

يعود الفصل بين تصميم المباني منخفضة الطاقة وعملية تخطيط الطاقة الحضرية إلى استخدام نظم معلومات مختلفة عن أنظمة النمذجة. تقدم نمذجة معلومات المباني BIM وصفاً لمشروع بناء بتفاصيل هندسية وعميقة. أما نظم المعلومات الجغرافية GIS هي الأداة الأكثر أهمية لوصف المدينة الرقمية في مستويات متعددة، متعددة الحجم والفراغات والأبعاد. يوفر BIM مصدر بيانات غني جداً للممتلكات حول جميع عناصر المبنى (على سبيل المثال، معلومات التعريف ومعلومات الصيانة ومعلومات تستند إلى حالة دورة الحياة). وهي عناصر ضرورية جداً في أي مشروع بناء. وعلاوة على ذلك، من الضروري استخدام المعلومات الوصفية (مثل شبكة النقل ومواقع الأصول وما إلى ذلك) في نظم المعلومات الجغرافية GIS لنمذجة عناصرها، وتحديد أماكن المرافق، وخفض تكاليف النقل واللوجستيات، والعديد من التطبيقات الأخرى.(Ebrahim P. Karan, 2015)

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

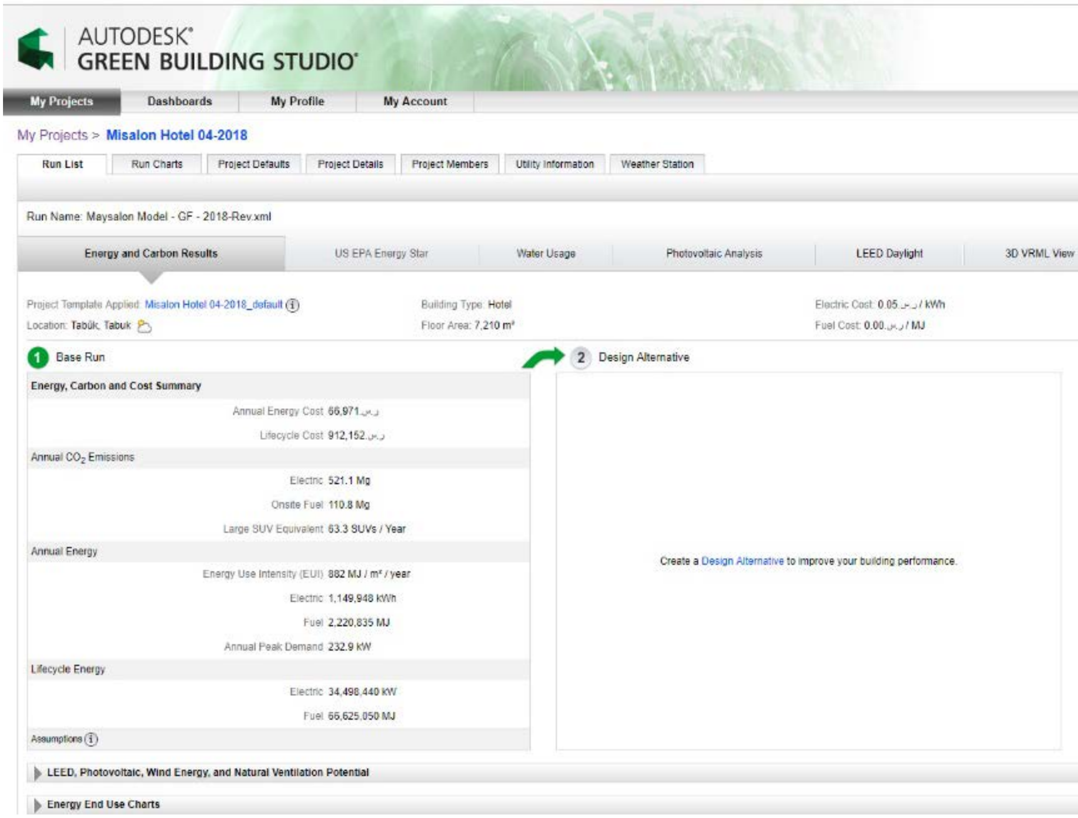
4. دراسة حالة تطبيقية (إختبار دقة المحاكاة)

قام الباحث ببناء نموذج لمشروع فندق بمنطقة تبوك شمالي غرب المملكة العربية السعودية بهدف القيام بتحليل أداء الفندق للطاقة الكهربائية وتكلفتها باستخدام برمجيات BIM ومقارنتها بالأداء الفعلي خلال السنوات العشر مابين عام 2006 إلى عام 2015؛ وقد تم بناء النموذج باستخدام برنامج (Autodesk Revit® 2018) وتحليل إستهلاك الطاقة الكهربائية وتكلفتها كمثال لقياس محاكاة أحد جوانب الأداء. والحالة المختارة هي مشروع فندق 4 نجوم "فندق ميسلون" والذي تبلغ مساحة أرضه 4230م2، ويتكون المبنى من (100 غرفة فندقية) وخدمات فندقية أخرى موزعة على سبعة طوابق. يحتوي كل طابق على مساحة تقريبية تبلغ 1825 م2، بمساحة إجمالية تبلغ 12600 م2 مع محيط بناء 180 م طولي وحدود المشروع 376 م طولي. تم تطبيق المنهجية المقترحة للتحقق من قدرات النموذج ودراسة أدائه بين إجمالي الدرجات المحتملة لنقاط عوامل التقييم المختلفة. وقد اتبع البحث أفضل الممارسات كدليل مرجعي لعمليات النمذجة والمحاكاة (Autodesk, 2017) . يوضح (رسم توضيحي 6) التكلفة والاستهلاك للطاقة الكهربائية بإستخدام Autodesk® Insight360 بينما يظهر (رسم توضيحي 7) بعض النتائج على السحابة الإلكترونية Autodesk® Green Building Studio



رسم توضيحي 6: نتائج المحاكاة باستخدام **Autodesk® Insight360**

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48



رسم توضيحي 7: نتائج المحاكاة باستخدام Autodesk® Green Building Studio

1.4. نتائج المقارنة

يوضح (جدول 3) نتائج المقارنة بين محاكاة التكاليف وكثافة الاستهلاك للطاقة الكهربائية باستخدام Insight360 وبين حساب التكاليف وكثافة الاستهلاك الفعلي للفندق خلال عشر سنوات بين عامي 2006 و2015 وتظهر المقارنة أن محاكاة تكلفة استهلاك الطاقة لكل متر مربع في السنة تزيد بمقدار (47%) عن التكلفة الحقيقية وأن محاكاة إجمالي تكلفة الاستهلاك السنوي أقل بمقدار (25%) عن إجمالي التكلفة الحقيقية للسنة

جدول 3: المقارنة بين محاكاة تكلفة وكثافة استهلاك الطاقة وبين الأداء الفعلي لنموذج الاختبار

السنة	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	متوسط الاستهلاك الفعلي	نتيجة المحاكاة
تكلفة الطاقة (USD/m2/Yr.)	6.41	6.65	7.61	6.88	6.79	8.74	8.19	7.48	6.99	7.26	7.29 (USD/m2/Yr.)	**15.2** (USD/m2/Yr.)
كثافة الإستهلاك (Kwh/m2/Yr.)	84	87	99	89	141	181	169	155	145	151	130 (Kwh/m2/Yr.)	**183** (Kwh/m2/Yr.)
تكلفة الطاقة (USD/Yr.)	77,554	80,393	92,048	83,190	82,099	105,77	99,098	90,510	84,554	87,762	88,298 (USD/Yr.)	**66,971** (USD/Yr.)

وبمراجعة نتيجة مقارنة حساب كثافة الإستهلاك يتضح أن نتيجة المحاكاة جاءت بفارق أقل من كثافة الاستهلاك الفعلية بنسبة (33%)؛ ولفهم هذا التباين تم الرجوع إلى مقارنة الإفتراضات المسجلة بقاعدة بيانات البرمجيات المستخدمة فيما يلي:

- أظهر تقرير المحاكاة أن إجمالي المساحات في المحاكاة على السحابة الإلكترونية (Green Building Studio) يساوي 7210 م^2 بينما مجموع المساحات الفعلية للأدوار يساوي 12096 م^2؛ وقد يرجع السبب في ذلك إلى إحتمال الإختلاف في تعريف المساحات المستهلكة للطاقة. ولكن حتى هذا الإختلاف يشير إلى أن التقارب الواضح في نتيجة المقارنة هو تقارب غير حقيقي.
- أيضاً يظهر تقرير المحاكاة على السحابة الإلكترونية (Green Building Studio) أن تكلفة إستهلاك الطاقة

BIM arabia
مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

الكهربائية بالمملكة العربية السعودية يساوي (0.05) دولار أمريكي بينما بالرجوع لسجلات شركة الكهرباء السعودية خلال فترة حساب الاستهلاك يتضح أن متوسط تكلفة إستهلاك الطاقة الكهربائية يساوي (0.77) دولار أمريكي

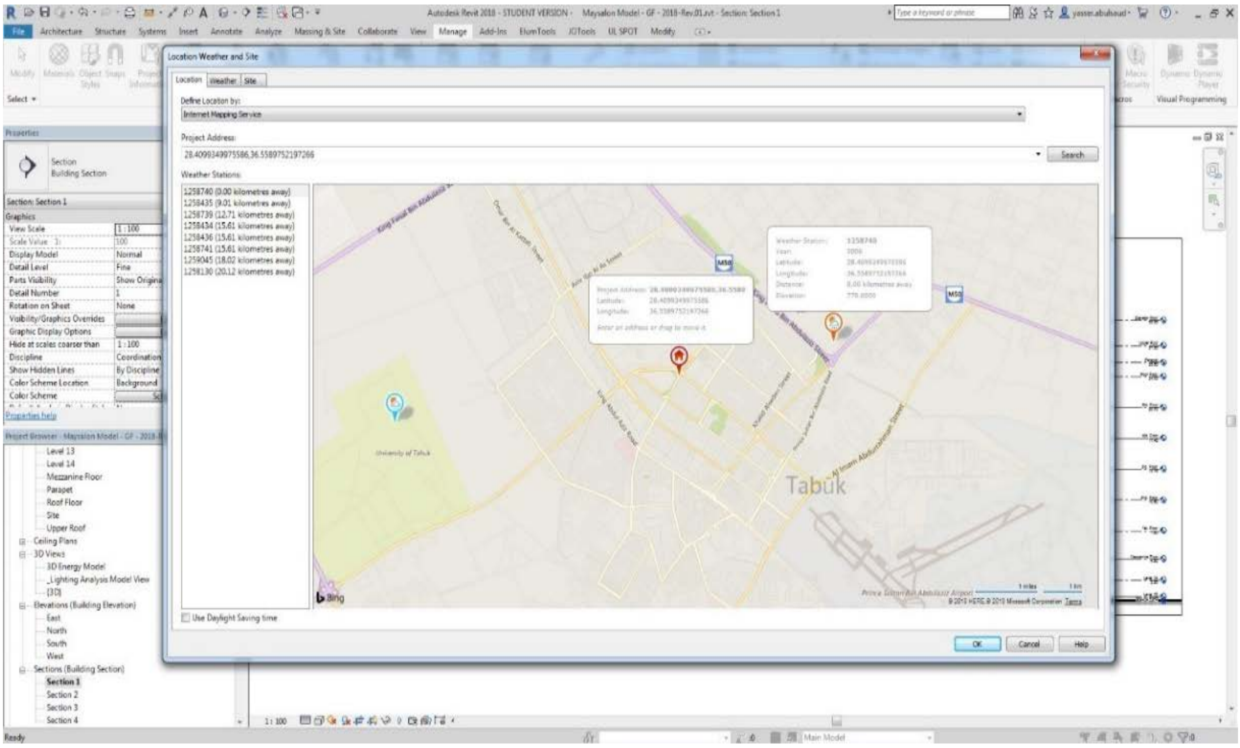
يوضح (جدول 4) الإختلاف بين إفتراضات برمجيات المحاكاة المستخدمة وبين البيانات الفعلية المسجلة بوثائق الفندق محل الدراسة

جدول 4: مقارنة إفتراضات برمجيات **BIM** *المستخدمة في المحاكاة مقابل البيانات الفعلية*

	البيانات الفعلية	**إفتراضات المحاكاة**
إجمالي مساحة نموذج الفندق	12096 م^2	8483 م^2
تكلفة إستهلاك الطاقة الكهربائية/ KWh	0.77 $ (متوسط التكلفة خلال عشر سنوات)	0.09 $

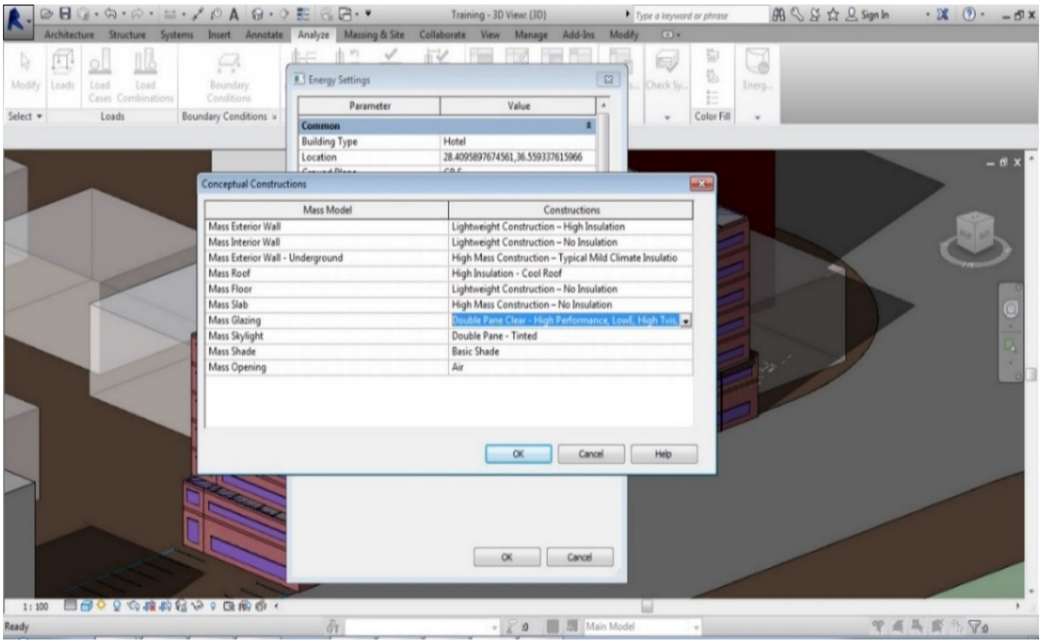
وتظهر الصور التوضيحية من (

رسم توضيحي 8) حتى (رسم توضيحي 10) بعض لقطات من مراحل العمل على النموذج باستخدام برنامج Autodesk Revit® 2018 وبعض أدوت التحليل على السحابات الإلكترونية Insight 360 &GBS الداعمة للنماذج البارمترية (Parametric) وغيرها من برمجيات BIM.

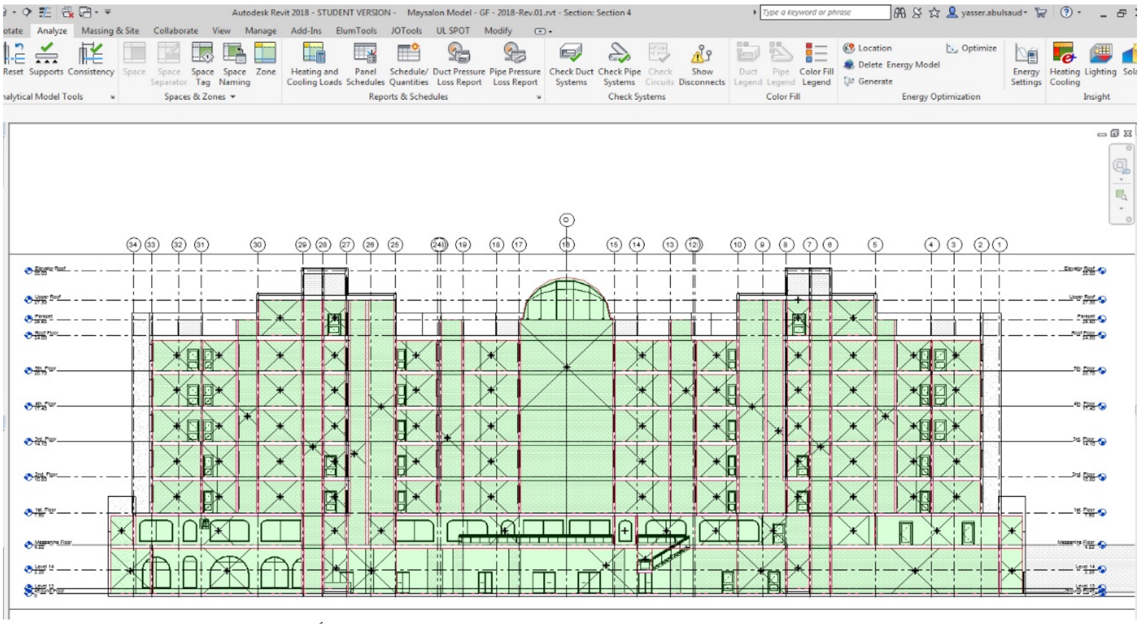


رسم توضيحي 8: تحديد الموقع الجغرافي باستخدام **Revit 2018**

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48



رسم توضيحي 9: دراسة الخواص الحرارية الأولية باستخدام **Revit 2018**



رسم توضيحي 10: تعريف **Revit 2018** بفراغات النموذج لاستخدامها في حساب الأحمال والتحليلات البيئية

5. الاستنتاجات والتوصيات

استند البحث إلى مراجعة ما توصلت إليه الدراسات السابقة في مجالات الاستفادة من برمجيات BIMفي تحليل أداء المباني المستدامة والتطبيق العملي لأحد أوجه الاستفادة من برمجيات BIM باختبار أداء محاكاة إستهلاك أحد المشروعات القائمة للطاقة الكهربائية ومقارنتها بالأداء الفعلي خلال عشر سنوات. وقد استنتج البحث أن آلية عمل محاكاة أداء المباني مازالت في طور التحسين والتطور حيث تركز على التنبؤ بسلوك المبني تجاه استهلاكه للطاقة وتدعمه بتوليد بدائل متعددة للتصميم ومصادر الطاقة المتجددة المحتملة؛ من هذا المنطلق يعتقد البحث أنه من الضروري لآليات عمل محاكاة أداء مباني المستقبل أن تركز على عمليات التكامل في عملية البناء لا سيما مراحل التصميم. هذا التكامل يتطلب المزيد من الوضوح في آليات العمل. وقد خلصت الدراسة إلى ما يلي:

- لازالت برمجيات BIM في طور التطوير والتحسين
- لازالت دقة نتائج المحاكاة غير مرضية لفريق التصميم لاسيما في إمكانية التنبؤ بالأداء الحقيقي للمبنى في المستقبل
- بالرغم من ذلك يمكن الاستفادة من محاكاة الأداء باستخدام برمجيات BIM في مراحل تصميم المباني المستدامة من حيث: (1) مقارنة أداء بدائل التصميم. (2) سهولة الحصول على بدائل باستخدام خواص التعديل (Optimization) البسيطة التي توفرها أدوات BIM
- بالتالي يمكن الاستفادة من محاكاة الأداء باستخدام برمجيات BIM في مراحل التصميم بشكل أساسي والمساهمة في إتخاذ القرارات التصميمية المتعلقة بالأداء البيئي للمبنى

ويوصي البحث بتركيز الأبحاث المستقبلية على الموضوعات التالية:

i. دقة مخرجات محاكاة قياس أداء المباني
ii. تطوير إطار العمل المشترك (Interoperability) بين برمجيات BI

المراجع

Abolsaud ،A. A. &. Y. ،2018. *Integrating BIM-based Simulation Technique for Sustainable Building Design.* Cairo ،SPRINGER.
AECOM ،D. G. B. ،2017. *AFRICA PROPERTY & CONSTRUCTION COST GUIDE 2017* ،South Africa: AECOM SA (Pty) Limited.
AIA ،2012. *Energy-Modeling-Design-Process-Guide* ،s.l.: AIA.
Ajla Aksamija ،A. A. a. B. C. ،2014. *Whole Building Energy Analysis: A Comparative Study of Different Simulation Tools and Applications in Architectural Design.* Pacific Grove ،CA ،s.n.
Ajla Aksamija ،T. L. (. ،2012. *BIM-Based Building Performance Analysis: Evaluation and Simulation of Design Decisions.* Pacific Grove ،CA ،American Council for an Energy-Efficient Economy ،pp. 2,3.
Aksamija ،A. ،2015. A STRATEGY FOR ENERGY PERFORMANCE ANALYSIS AT THE EARLY DESIGN STAGE: PREDICTED VS. ACTUAL BUILDING ENERGY PERFORMANCE.. *Journal of Green Building* ،10(No. 3) ،p. pp. 161176..
Analysts ،L. ،2018. [Online] Available at: https://www.agi32.com/ [Accessed 2018].
Available at: https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/ENU/BPA-PerformanceStudies/files/GUID-5AE6A81D-B170-47A5-8BF8-190235F25287-htm.html [Accessed 2018].
Available at: http://blogs.autodesk.com/insight/leed-sda-ase-studies-with-insight-revit-2017-plugin/ [Accessed 27 03 2018].
Autodesk ،U. ،2017. *Autodesk Workshop Sustainability* ،s.l.: Autodesk University.
Ahmed, S., Dlaska, P., Hassan, B., Beshara, M. “Pre-Cast Concrete, a Key Option for the Reconstruction Phase after War”, Procedia Engineering, 2017, pp. 211-219. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.08.074.
Ahmed, S., Dlask, P., Shaban, M., Selim, O. Possibility of applying BIM in Syrian building projects - Engineering for Rural Development, 2018.
Azhar ،S. ،2011. Building Information Modeling (BIM): Trends ،Benefits ،Risks ،and Challenges for the AEC Industry. *Leadership Manage. Eng.* ،11(3).

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

Borong Linn ‹Q. Y. Z. L. X. Z. ‹2013. Research on parametric design method for energy efficiency of green building in architectural scheme phase. *Frontiers of Architectural Research ‹ Open Access funded by Higher Education Press Limited Company* ‹2(1).
Claridge ‹D. E. ‹2011. “Building Simulation for Practical Operational Optimization.” In Building Performance Simulation for Design and Operation ‹edited by Jan L. M. Hensen and Roberto Lamberts,. *New York: Spon Press* ‹pp. 365-401.
Council ‹W. G. B. ‹2002. *http://www.worldgbc.org.* [Online] Available at: http://www.worldgbc.org/index.php?cID=220
Dowsett ‹R. M. a. C. F. H. ‹2013 . *EVALUATING THE BENEFITS OF BIM FOR SUSTAINABLE DESIGN–A REVIEW.* Vancouver ‹s.n.
Dowsett ‹R. M. a. C. F. H. ‹2014. *EVALUATING THE BENEFITS OF BIM FOR SUSTAINABLE DESIGN–A REVIEW.* Vancouver ‹s.n.
Ebrahim P. Karan ‹J. I. a. J. H. ‹2015. BIM and GIS Integration and Interoperability Based on Semantic Web Technology. *Journal of Computing in Civil Engineering.*
Energy ‹U. D. o. ‹2006. *Sustainable Building Rating Systems* ‹s.l.: U.S. Department of Energy - General Services Administration.
Hodges ‹C. & Elvey ‹W. ‹06/30/2005. MAKING THE BUSINESS CASE FOR SUSTAINABILITY: IT'S NOT JUST ABOUT GETTING POINTS. *Facilities Manager.*
Iman Kiani ‹S. K. G. S. A. a. S. M. K. ‹2013. *The Barriers and Implementation of Building Information Modeling (BIM) based on Integrated Project Delivery (IPD) In the Construction Industry.* Kuala Lumpur ‹Malaysia ‹s.n.
Initiative ‹U. N. E. P. -. S. B. a. C. ‹May18 ‹2010. *2009-2010 Public Annual Report & 2010-2011 Work Plan* ‹Paris ‹France: UNPE-SBCI - The Annual General Meeting of SBCI.
Jalaei ‹F. ‹2015. INTEGRATE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) AND SUSTAINABLE DESIGN AT THE CONCEPTUAL STAGE OF BUILDING PROJECTS. *Sustainable Cities and Society ‹Volume 18.*
Jim Sinopoli ‹P. L. A. R. M. P. S. B. L. ‹2009. *How Do We Measure The Performance Of A Building?.* s.l.: Smart Buildings LLC.
Kibert ‹C. J. ‹2016. *Sustainable Construction - Green Building Design and Delivery ‹4th edition.* Hoboken ‹New Jersey: John Wiley & Sons ‹Inc..
M. Senave ‹S. B. ‹2015. Building Information Modelling (BIM) in Design ‹Construction and Operations. *WIT Press* ‹p. 351.
Quinn ‹S. ‹September 2013. *PERFORMANCE BASED DESIGN: THE DESIGN ANALYSIS PROCESS.* Hong Kong ‹s.n.
Salman ‹A. & Rizwan ‹F. ‹2009. BIM-based Sustainability Analysis:An Evaluation of Building Performance Analysis Software. *Sulbaran ‹T & Sterling C (Eds)* ‹Issue Proceedings of the Associated Schools of Construction (ASC) 45th annual international conference.
SmartMarket ‹2016. *The World Green Building Trends "Developing Markets Accelerate Global Green Growth"* ‹s.l.: Smart Market.
State of Washington ‹-. O. o. F. M. -. B. D. ‹2016. *Performance Measure Guide.* Washington: Office of Financial Management (OFM).
Yan ‹H. a. P. D. ‹2008 ‹October. *"Benefits and barriers of building information modelling.".* Beijing ‹China ‹s.n.

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

استخدام المنطق الضبابي لتقدير تأخيرات مشاريع التشييد في سوريا

الدكتور مازن إبراهيم[1] ، سالي حمصي[2]

[1] رئيس قسم الإدارة الهندسية والإنشاء، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق، دمشق، سوريا
[2] طالبة دراسات عليا (ماجستير)، قسم الإدارة الهندسية والتشييد، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق، دمشق، سوريا

ملخص البحث:

يقدم هذا البحث دراسة عن كافة العوامل الرئيسية والفرعية المؤثرة في تأخير مشاريع التشييد ذات الطبيعة العشوائية، ودراسة تأثير هذه العوامل على مدة تنفيذ المشروع ، حيث تمت دراسة 23 مشروع تشييد من مشاريع التشييد في سوريا من خلال استبيانات. تم استخدام المنطق الضبابي الذي يمتاز بقدرته العالية على التدرج بتقييم التأثير حيث يساعد على التخفيف والتخلص من التخمين الخاطئ بالزيادة أو النقصان ومن الممكن ان ينتج باستخدام طرق التقييم التقليدي المتبعة سابقاً. تم تحليل البيانات اللفظية والتي تعتبر اساس المنطق الضبابي وتحويلها الى مؤشرات ليتم قياسها والخروج بنتائج ومخططات لكل عامل من العوامل يحدد تدرج نسب التأثير وتوصيفها لفظياً وعددياً وضبابياً والتي تساعد في مرحلة دراسة المشروع و تمهد لدراسات متقدمة في بناء نموذج ضبابي يحدد تأثير العوامل مجتمعة على مدة المشروع.

الكلمات المفتاحية: المنطق الضبابي؛ العوامل المؤثرة على تأخير المشروع؛ مدة تنفيذ المشروع

Abstract

This paper represents a study regarding the major and sub influential factors that affect delays of construction projects; and the impact of these factors on the time of a construction project through a study of 23 construction projects ،by conducting surveys ،in Syria ،with the help of using fuzzy logic which is characterized by its high ability to gradate the evaluation that helps to alleviate and eliminate errors resulting from traditional evaluation methods ،previously implemented. The data ،that is considered as the base of the fuzzy logic ،has been analyzed and transformed into indicators to be measured. The result and the plans for each factor will define the percentage of the influence. They will be described by words ،by numbers and fuzzily. So ،they will help us during the process of studying the project and set up for advanced study to establish fuzzy model.
Keywords: fuzzy logic; Delay factors; construction project time

1. المقدمة:

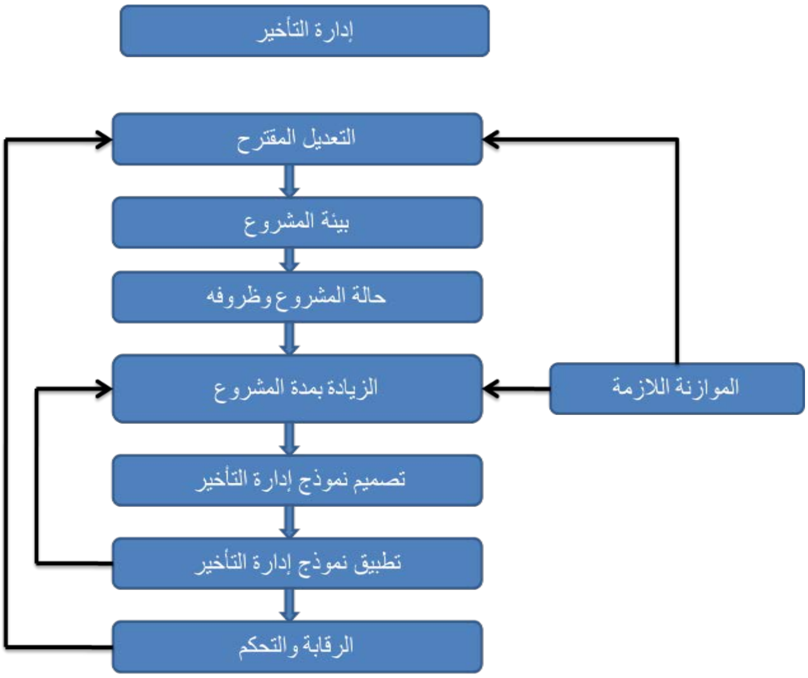
يعتبر الزمن واحد من أهم قيود مشروع التشييد والتأخير ظاهرة متكررة في المشاريع وتعتبر واحدة من أهم المشاكل الشائعة وتحدث هذه التأخيرات بسبب عدة عوامل مثل ظروف الطقس، أوامر التغيير، تأخير تسليم موقع العمل وغيرها. ولهذا، من الصعب تحديد مدة محددة لإنهاء مشروع التشييد وهذا ينعكس على كلفة المشروع.

توجد العديد من الدراسات والأبحاث في مجال تأخير مشروع التشييد لما لها من أهمية كبيرة، حيث قام الباحث Aziz (2013) بدراسة عوامل التأخير في مشاريع التشييد بمصر حيث حدد 99 عامل للتأخير وصنف العوامل ضمن 9 مجموعات رئيسية وهي العوامل المتعلقة بالمقاول والتجهيزات والمالك والمشروع والتصميم والاستشاري والمواد والعمال والعوامل الخارجية، قام بتوزيع استبيان وتحليل النتائج باستخدام مؤشر الأهمية النسبي، وكان العامل الأكثر أهمية بتأخير مشروع التشييد الجدولة والتخطيط غير الفعال وهو من ضمن العوامل المتعلقة بالمقاول. أما الباحث أبو حميديه (2014) فاعتمد التقسيم إلى مجموعات رئيسية وهي عوامل المالك والاستشاري والمقاول وعوامل أخرى تشمل التخطيط المبكر والعوامل الخارجية. وقام Divya et al (2015) بتصنيف أسباب التأخير ضمن 8 مجموعات رئيسية ورتب الأسباب اعتماداً على مؤشر الأهمية النسبي وكانت الأسباب الثلاث الأكثر تأثيراً على تأخير المشروع كالتالي:

1. الجدولة والتخطيط غير الفعال من قبل المقاول
2. ارتفاع أسعار المواد
3. التأخر في الموافقة على وثائق التصميم من قبل المالك.

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

أما الباحثان Al-Humaidi (2007)، Afshari (2012) فقد صنفوا التأخيرات في 3 مجموعات رئيسية وقاما بدراسة تأخير مشاريع التشييد باستخدام تحليل شجرة الخطأ الضبابية من خلال نموذجين: النموذج الضبابي المثلثي والنموذج الضبابي المنتظم fuzzy triangular model and the fuzzy translational model
وذلك باستخدام البوابات و، أو والوسطي- And، OR and Mean
ويقوم النموذج (باستخدام برنامج حاسوبي) بإعطاء احتمالية التأخير الكلي
تمت إجراء مقارنة بين النموذجين لاستخلاص نقاط الضعف ونقاط القوة لكل نموذج وكذلك تحديد احتمالية حدوث التأخير وفقاً لكل نموذج.
إلا أن جميع المراجع تدور حول الآلية نفسها المبينة في الرسم التوضيحي (1).



رسم توضيحي 1: نموذج عام لإدارة التأخير (FHWA)

من خلال الاطلاع على كافة العوامل في الدراسات السابقة ودراسات اخرى، استفاد الباحث من بعض العوامل وخاصة تلك التي تتعلق بعوامل التأخير بالإضافة الى عوامل أخرى من خلال الخبرة العملية للباحث وتمت صياغة كافة العوامل الرئيسية والثانوية كما سيرد لاحقا في البحث.
إلا أن التعبير التقليدي عن هذه العوامل يزيد الارتياب والخطأ بالتقييم لها وبالتالي بتخمين التأثير لهذه العوامل على مدة المشروع. فكان لابد من استبدال التقييم التقليدي لهذه العوامل بالتقييم الضبابي الذي يمتاز بقدرته العالية على التدرج بالتقييم والذي يساعد على التخفيف والتخلص من التخمين الخاطئ (بالنقصان أو الزيادة) لتأثير هذه العوامل على مدة مشروع التشييد وبالتالي التخفيف من الهدر بالكلف.
سنتحدث في الصفحات القادمة عن العوامل المؤثرة على مدة المشروع والتي تم جمعها واستخلاصها من خلال الخبرة في مجال مشاريع التشييد وبعد الاطلاع على دراسات سابقة حددت عوامل مؤثرة في صناعة التشييد بشكل عام في مختلف دول العالم، طبعاً مع اعتبار خصوصية المشاريع في سوريا.
كما سنتحدث عن النظرية الضبابية التي طرحها العالم لطفي زاده عام 1965 [1,2] لتخفف من عدم الوضوح بتقييم حالة المشروع والخطأ الممكن أن يحصل في حال التقييم وفق المنطق التقليدي. وذلك بخلق عالم ثالث بين عالمي نعم ولا بتدرج واسع النطاق.
وسنقوم بدراسة تأثير عوامل التأخير على المدة من خلال بيانات تم جمعها بواسطة استبيانات تم توزيعها وجمع معلوماتها من خلال مقابلات شخصية او بواسطة البريد الالكتروني لأكثر من 23 مشروع. تم ملأ الاستبيانات من قبل مهندسين ومتعهدين وتم تحليل البيانات باستخدام برنامج الـ Excel.

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

2. هدف البحث:

تقديم نموذج استدلال ضبابي لتقدير التأخيرات في مشاريع التشييد، مما يزيد دقة تحديد مدة إنهاء المشروع وذلك من خلال الخطوات التالية:

1. تعريف العوامل المساهمة في تأخير مشاريع التشييد
2. تعريف مؤشرات ومعيار التأخير
3. اقتراح توابع العضوية لكل عامل مما يعكس دوره وتأثيره على تأخير المشروع
4. اختيار مجموعة عشوائية من المشاريع المنفذة بالطرق التقليدية
5. استخدام نموذج الاستدلال الضبابي لوضع خطة لإدخال تأثير عوامل التأخير على مدة المشروع
6. اختبار النموذج ومقارنة النتائج.

3. منهجية البحث:

1. دراسة مرجعية
2. تحديد عوامل التأخير الأساسية المساهمة في تأخير المشروع.
3. تعريف توابع العضوية لكل عامل: تحويل التعابير اللفظية لقيم ضبابية بموجب توابع العضوية ودراسة تأثير كل عامل على حده.
4. اختيار مجموعة عشوائية من المشاريع المنفذة بالطرق التقليدية
5. استخدام نموذج الاستدلال الضبابي لوضع خطة لإدخال تأثير عوامل التأخير على مدة المشروع
6. اختبار النموذج ومقارنة النتائج

1.3. مواد وطرق البحث:

من خلال الاطلاع على دراسات سابقة حول العوامل المؤثرة في مشاريع التشييد ومن خلال الخبرة العملية فقد تم تحديد كافة العوامل المؤثرة في تأخير مشروع التشييد سواء كانت بشكل عام وذات تأثير غير مباشر او ذات تأثير مباشر بخمس عوامل رئيسية يندرج تحتها 20 عامل ثانوي كما يلي:

1-عامل التصميم ويندرج تحته العوامل الثانوية التالية:

- عدم اكتمال التصميم أو التخطيط
- ترتيب بنود العقد
- أخطاء في التصميم
- تعقيد تصميم المشروع

2-عامل الإشراف

- قلة خبرة الاستشاري في مشاريع التشييد
- تأخير قبول التغييرات في مجال العمل لحين استشارة الدارس
- ضعف التواصل والتنسيق بين المالك والمقاول
- المراقبة غير الفعالة لموقع العمل

3-عامل المالك المركب من العوامل الثانوية التالية:

- أوامر التغيير / طلبات تغيير التصميم
- التأخر في صرف الكشوفات الشهرية
- أعمال إضافية (زيادة بنود عمل جديدة)
- تأخير تسليم موقع العمل

4-عوامل خارجية:

- ظروف الطقس
- ظروف التربة السطحية والجوفية غير المتوقعة أو غير المدروسة
- توفر المواد (تأخير في لإيصال المواد للموقع)
- الظروف الأمنية

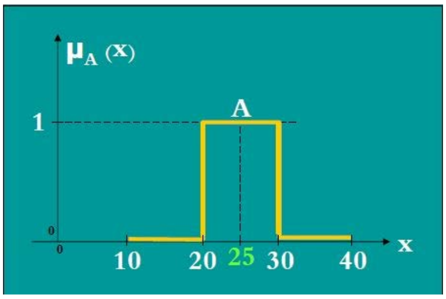
5-عامل المقاول المركب من العوامل الثانوية التالية:

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

- ضعف في إدارة الموقع والإشراف
- التخطيط والجدولة غير فعالة
- ضعف الإدارة المالية في الموقع
- المقاولين الثانويين

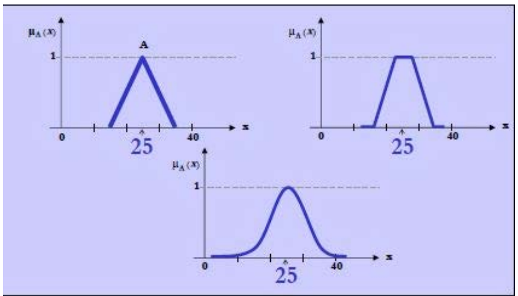
2.3 المنطق الضبابي:Fuzzy logic

جاءت نظرية المنطق الضبابي "او منطق الغموض" لتسد ثغرات كبيرة في المنطق الكلاسيكي المعروف .
تعرف المجموعة التقليدية كما يلي: العنصر x ينتمي للمجموعة A إذا اخذ تابع انتماء العنصر x للمجموعة A القيمة واحد ولا ينتمي إذا اخذ تابع انتماءه القيمة صفر وأما بالمجموعة الضبابية تنتمي العناصر X للمجموعة A بدرجات بين الصفر والواحد.
[0، 1] أي هناك انتماء جزئي يعبر عنه بتابع الانتماء التالي :Zadeh LA- 2005))
Aμ.ؚx) ̊1] ∈ (، [0
ويطلق على X مسمى المجموعة الشاملة وهي تمثل كل القيم المحتملة للمتغير X لنأخذ مثلا درجة الطقس المعتدلة ولنفرض ان الدرجة المثالية هي 25 مع قبول كل القيم التي تكون بين 20 و30 درجة على أنها تمثل قيماً لدرجة حرارة طقس معتدل، في هذه الحالة تكون المجموعةA بالمفهوم الكلاسيكي ممثلة رياضياً كالتالي:
= {A} درجات الحرارة ما بين 20 و30 درجة



رسم توضيحي 2: المجموعة الكلاسيكية أو التقليدية

تنتمي كل الدرجات ما بين 20 و30 لهذه المجموعة كلياً وتقصى كل القيم الاخرى بما فيها 19.9 و30.1 درجة والتي تعتبر حسب هذا المفهوم الكلاسيكي غير معتدلة (وهنا يكون هذا المنطق غير منطقي) اما بمفهوم المنطق الضبابي يمكن تمثيل المجموعة A كالتالي:
A = {درجات الحرارة المعتدلة}
نختار المجموعة الشاملة للقيم المحتملة (X) لتضم درجات الحرارة من صفر الى 40
وبالتالي تكون درجة انتماء القيمة 25 لهذه المجموعة واحد وتقل هذه الدرجة كلما ابتعدنا عن هذه القيمة، يمكن تمثيل هذه المجموعة الضبابية بأكثر من طريقة



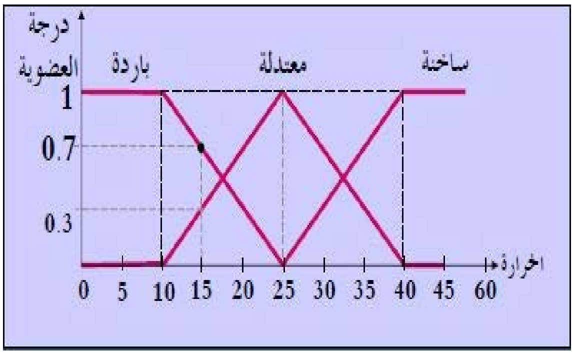
رسم توضيحي 3: بعض المجاميع الضبابية لتمثيل درجة حرارة الطقس المعتدل

1.2.3 دالة العضوية Membership Function :

تستعمل دالة العضوية لتحديد كيفية انتماء أي عنصر من العناصر الى المجاميع الضبابية. والشرط الاساسي لهذه الدالة هو ان يكون مداها ما بين الصفر والواحد.

BIM arabia
مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

للمثال السابق عن درجات الحرارة تكون دالة العضوية كما في الشكل 4، حيث درجة الحرارة باردة إذا كانت دون ال 10 والساخنة فوق 40 درجة مئوية. لباقي القيم بين 10 و40 تكون معتدلة بدرجة عضوية بين 0 و1. كمثال درجة الحرارة 15 تعتبر بين الباردة والمعتدلة بدرجة انتماء جزئية حيث أنها باردة بنسبة 70% ومعتدلة بنسبة 30%.



رسم توضيحي 4: ثلاث دالات عضوية للحرارة

2.2.3 **نظام الاستدلال الضبابي** :Fuzzy Inference System

باعتبار أن عنصر ما سيتم تقييمه وفق المجموعتين الضبابيتين (A-B):

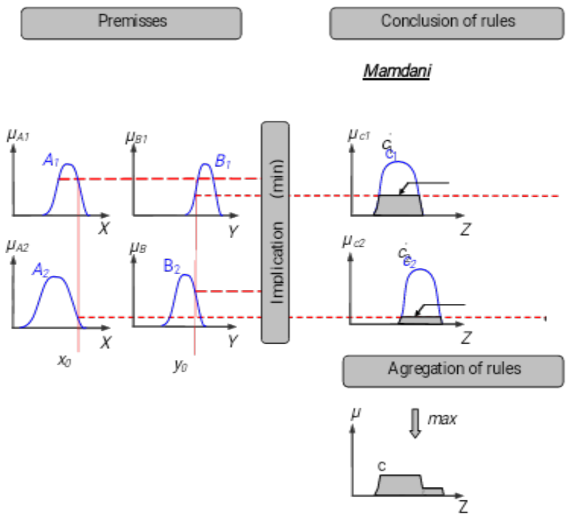
$\mu_A(x)$:درجة انتماء العنصر للمجموعة الضبابية A

$\mu_B(y)$:درجة انتماء نفس العنصر للمجموعة الضبابيةB

بما أن المجموعة الضبابية (C) ناتجة عن تركيب المجموعتين الضبابيين (A×B) وفق القواعد التالية:

if (x is A) and (y is B) Then (z is C)

فان للاستدلال على تقييم العنصر المذكور وفق المجموعة الضبابية C سيتم باستخدام نظام الاستدلال الضبابي ((Zadeh LA- Fuzzy inference systems) 2005) والذي يتكون من ثلاث مراحل رئيسية:



رسم توضيحي 5: نظام الاستدلال الضبابي (Zadeh LA-2005)

مقدمة الشرط لكل قاعدة (Premises):

$$\mu_{A_i B_j} = \mu_{A_i} \wedge_1 \mu_{B_j} \quad \text{with } i=1,2\ldots \text{ et } j=1,2\ldots$$

نتيجة الشرط لكل قاعدة (Implication)

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

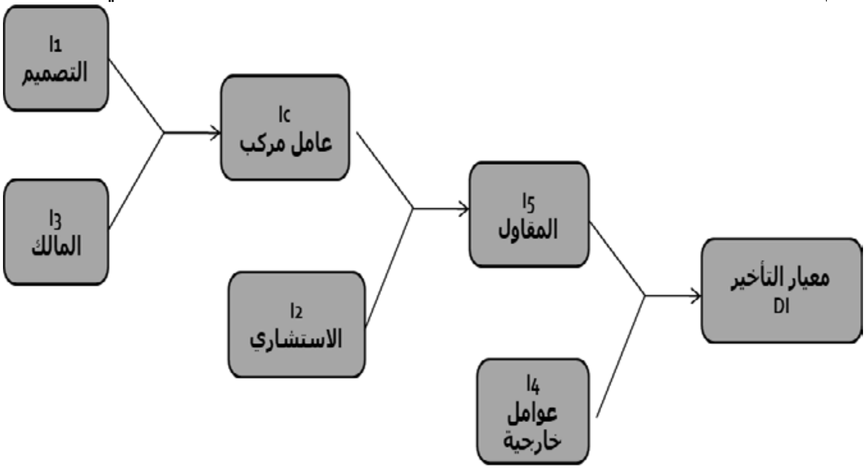
$$\mu_{A_iB_jC_k} = \mu_{A_iB_j} \ \Lambda_2' \ \mu_{C_k} = \left(\mu_{A_i} \ \Lambda_1 \ \mu_{B_j}\right) \Lambda_2' \ \mu_{C_k}$$
$$i=1,2\ldots - j, k=1,2\ldots$$

تجميع النتائج لجميع القواعد (Aggregation of rules)

$$\mu_{C_k} = \square_{i=1,2,\ldots,j=1,2\ldots} \ \mu_{A_iB_jC_k} \ \text{with} \ k=1,.2,\ldots$$

3.3 معيار التأخير :Delay Index

سيتم الاستفادة من المؤشرات السابقة بتشكيل معيار التأخير حسب المخطط المبين في الشكل 6



رسم توضيحي 6: معيار التأخير

1.3.3 معيار التأخير التقليدي:

يتم تقييم مشروع تشييد ما وفق معيار التأخير انطلاقا من تقييم المؤشرات المشكلة له. حيث يمكن التعبير عن مؤشر التأخير بأنه تقييم لمشروع تشييد ما وفق أحد العوامل الخمسة للتأخير معنويا وكميا. ولذلك تم تعريف مؤشر التأخير DI بالشكل المعنوي بأنه مستوى الزيادة الممكن حدوثها بمدة المشروع نتيجة أحد عوامل التأخير. وأما كميا فهو النسبة المئوية للزيادة بمدة المشروع نتيجة أحد عوامل التأخير من المدة الكلية للمشروع. ومن هنا يمكن تعريف خمس مؤشرات للتأخير بعدد العوامل الخمسة المسببة له. حيث تم تعريف ثلاث درجات للتأخير بالمعنى المعنوي (خفيف – متوسط – شديد). وأما التعبير عن هذه الدرجات الثلاث كميا جاء نتيجة دراسة عينة من المشاريع والتي تضمنت 23 مشروعا. وبعد الدراسة تبين أن النسب المئوية للزيادة بمدة المشروع نتيجة العوامل الخمسة المسببة للتأخير وبالدرجات الثلاث جاء كما هو مبين بالجدول:

جدول 1: درجات التقييم التقليدية لمؤشرات التأخير

المؤشر	درجات تقييم المؤشر وفق المنطق الضبابي		
	G1/ خفيف	G2/ متوسط	G3/ عالي
I1 التصميم	(0-5) %	(5-15) %	(15-20) %
I2 الاشراف	(0-5) %	(5-15) %	(15-20) %
I3 المالك	(0-5) %	(5-15) %	(15-20) %
I4 عوامل خارجية	(0-4) %	(4-12) %	(12-16) %
I5 المقاول	(0-6) %	(6-18) %	(18-24) %
DI	(0-20) %	(20-60) %	(60-80) %

ويمكن التعبير عنها تقليديا بنفس الطريقة كما هو واضح بالجدول التالي. (بالنسبة لمعيار التأخير مثلا يمكن التعبير عنها كما يلي:

جدول 2: معيار التأخير التقليدي

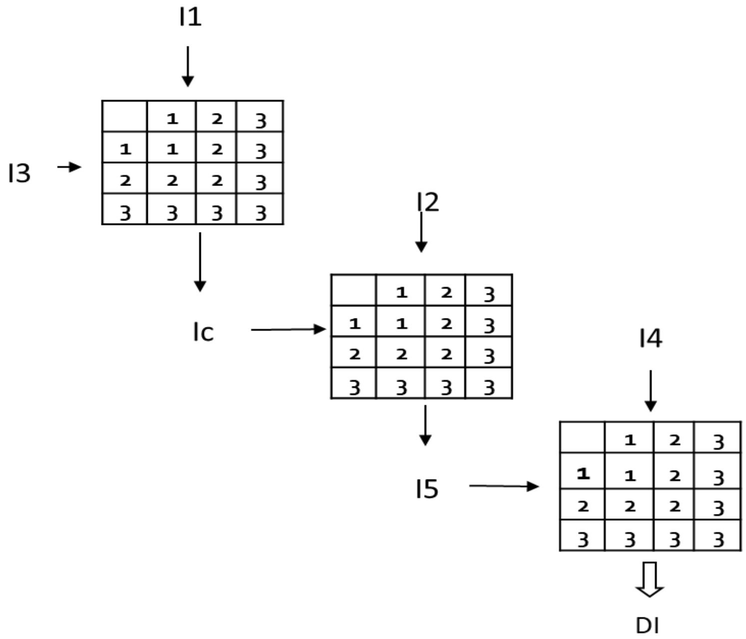
معيار التأخير	الدرجة
0%<DI<20%	G1 / خفيف

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

20%<DI<60%	G2 / متوسط
60%<DI<80%	G3 / عالي

بالنسبة لمشروع ما يمكن تقييمه وفق معيار / دليل التأخير المفترض تبعا لطبيعة العلاقة الفيزيائية بين المؤشرات بفرض ثلاث درجات أولاً جيد=1 ,متوسط=2 ورديء=3. لتقييم مشروع ما بشكل تقليدي وفق المؤشر (Ic) والناتج عن تركيب المؤشرين (3I1×I) يتم إتباع القواعد التقليدية المنطقية والتي تفرضها طبيعة العلاقة الفيزيائية بين المؤشرين (3I1×I) مثلا إذا كان مستوى التصميم لمشروع ما (1I) جيد أي 1 وأداء المالك لنفس المشروع (3I) رديء أي 3 أو العكس بالتالي تقييم المشروع المذكور وفق المؤشر المركب (Ic) كبير 3. بالتالي هذه علاقة كفاية يمكن التعبير عنها بعلاقة. Max

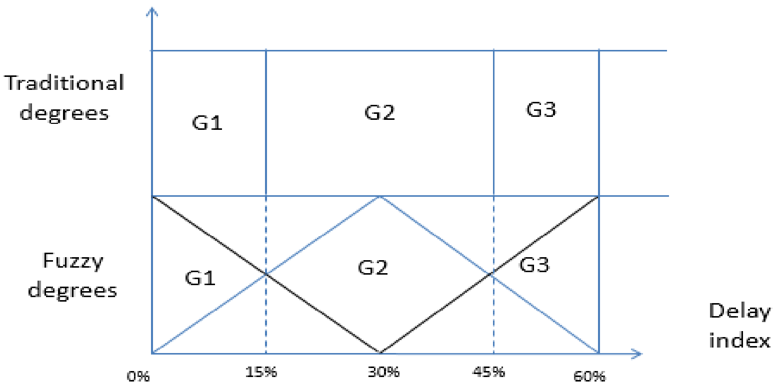
انطلاقا من ذلك يتم تقييم معيار التأخير انطلاقا من تقييم المؤشرات البسيطة والمركبة المشكلة له كما هو موضح بالشكل التالي:



رسم توضيحي 7: التقييم التقليدي لمعيار التأخير.

2.3.3 معيار التأخير الضبابي:

يمكن تعريف معيار التأخير ضبابيا بشكل مختلف عن تعريفه تقليديا فمثلا من اجل معيار التأخير الضبابي يمكن اعتبار المشروع الذي يطرأ على مدته الكلية زيادة نتيجة العوامل الخمسة بنسبة 20% يمكن تقييمه على انه مشروع حصل فيه تغيير بدرجة ما يمكن اعتبارها بين الخفيفة والمتوسطة بالتساوي. بينما المشروع الذي يطرأ على مدته الكلية زيادة بنسبة 40% يمكن تقييمه على انه مشروع حصل فيه تغيير بدرجة متوسطة وهكذا.....



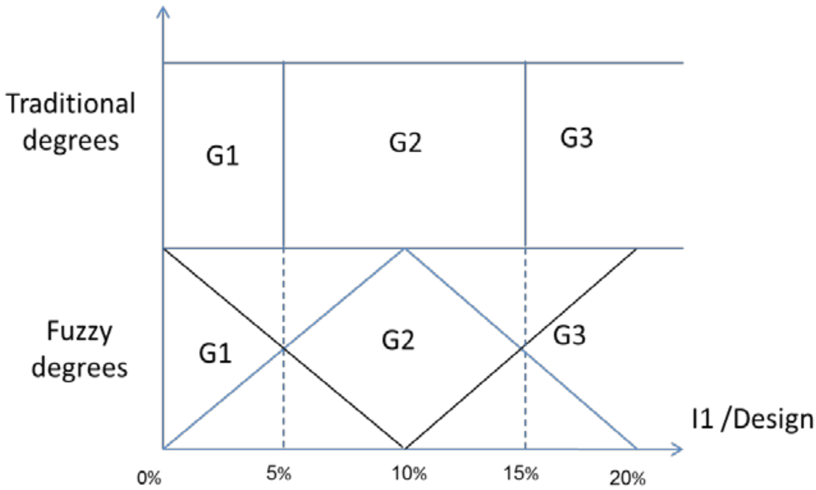
رسم توضيحي8: معيار التأخير التقليدي والضبابي

وهنا ظهر الفرق بين المنطق التقليدي والضبابي عندما نقول أن المشروع الذي يطرأ على مدته الكلية زيادة بنسبة بين 20% و 40% انه مشروع تأخر بدرجة متوسطة دون تمييز وذلك تقليديا، أما ضبابيا فالأمر مختلف باعتبار أن المنطق الضبابي يتيح لنا التدرج بتقييم درجة التغيير بالمشروع من التأخير بدرجة بين الخفيفة والمتوسطة ومرورا بالتأخير متوسط الدرجة وحتى التأخير الذي درجته بين المتوسط والشديد. ومن هنا يمكن تعريف خمس مؤشرات للتأخير بعدد العوامل الخمسة المسببة للتغيير (الملحق رقم1.)

باعتبار أن مشروع ما سيتم تقييمه وفق المؤشرات الضبابية (I_1-I_3). وبان المؤشر I_c ناتج عن تركيب المؤشرين الضبابيين ($I_1\times I_3$). فان للاستدلال على تقييم المشروع المذكور وفق المؤشر الضبابي I_c سيتم باستخدام نظام الاستدلال الضبابي (Fuzzy inference systems). والذي يتكون من ثلاث مراحل أساسية:

4.3. تقييم المشروع وفق المؤشرات الضبابية البسيطة:

يتم إعادة تعريف درجات تقييم المؤشرات (I_1،I_2،I_3،I_4 ، I_5) وفق المنطق التقليدي إلى مجالات معرفة وفق المنطق الضبابي. وأما التعبير عن هذه الدرجات الثلاث ضبابيا جاء نتيجة دراسة عينة من المشاريع والتي ضمت 23مشروعا. فمثلا بعد الدراسة تبين أن النسب المئوية الضبابية للدرجات الثلاثة الممكن تقديرها للزيادة بمدة المشروع والناتجة عن مستوى التصميم (I_1) للمشروع جاء كما هو واضح بالشكل التالي:



رسم توضيحي9: مؤشر التصميم التقليدي والضبابي

وأما نتيجة دراسة العوامل الأربعة الأخرى المسببة للتغيير وبالدرجات الثلاث يمكن أن نراه بالملحق رقم (1).

قواعد التقييم الضبابية: وهي القواعد المنطقية لتقييم مؤشر ضبابي مركب مثلا **Ic** والناتج عن تركيب مؤشرين ضبابيين (**I1×I**3) تبعاً للمنطق العام حيث تعتمد على علاقة الكفاية او **max** كما ورد في الفقرة السابقة.

جدول 3: قواعد التقييم الضبابية المفروضة لتقييم المؤشر **Ic** من تقييمي المؤشرين **I1**و**I**3

رقم القاعدة	توصيف القاعدة
1	إذا كان مستوى التصميم للمشروع قليل (درجة ثالثة) و أداء الجهة المالكة قليل (درجة ثالثة) فان درجة المؤشر **Ic**سيكون كبير(درجة ثالثة).
2	إذا كان مستوى التصميم للمشروع قليل (درجة ثالثة) و أداء الجهة المالكة متوسط (درجة ثانية) فان درجة المؤشر **Ic**سيكون كبير.
3	إذا كان مستوى التصميم للمشروع قليل و أداء الجهة المالكة كبير فان درجة المؤشر *Ic*سيكون كبير.
4	إذا كان مستوى التصميم للمشروع متوسط و أداء الجهة المالكة قليل فان درجة المؤشر *Ic*سيكون كبير.
5	إذا كان مستوى التصميم للمشروع كبير وأداء الجهة المالكة قليل فان درجة المؤشر *Ic*سيكون كبير.
6	إذا كان مستوى التصميم للمشروع متوسط و أداء الجهة المالكة متوسط فان درجة المؤشر *Ic*سيكون متوسط.

BIM arabia

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083

Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

7	إذا كان مستوى التصميم للمشروع كبير و أداء الجهة المالكة متوسط فان درجة المؤشر Icسيكون متوسط.
8	إذا كان مستوى التصميم للمشروع متوسط و أداء الجهة المالكة كبير فان درجة المؤشر Icسيكون متوسط.
9	إذا كان مستوى التصميم للمشروع كبير و أداء الجهة المالكة كبير فان درجة المؤشر Icسيكون قليل.

5.3. الاستدلال:

لكي نتمكن من تطبيق العمليات الثلاث للاستدلال نفرض المعطيات في الجدول التالي من اجل مشروع ما:

جدول 4 :المعطيات اللازمة لتقييم مشروع ما وفق الاستدلال الضبابي

التوصيف
المؤشر 1:مستوى التصميم والتخطيط للمشروع بين المتوسط (الدرجة الثانية) و الجيد (الدرجة الأولى) ولكن اقرب للمتوسط (للثانية) منها للجيد (الأولى).
المؤشر 2 :أداء الجهة المالك لنفس المشروع بين الجيد و المتوسط ولكن اقرب للمتوسط منها للجيد.
القاعدة 1 :إذا كان مستوى الدراسة والتخطيط للمشروع كبير(درجة أولى)و أداء الجهة المالكة متوسط (درجة ثانية) فان درجة المؤشر I12سيكون متوسط (درجة ثانية).
القاعدة 2 :إذا كان مستوى الدراسة والتخطيط للمشروع متوسط (درجة ثانية) و أداء الجهة المالكة كبير(درجة أولى) فان درجة المؤشر I12 سيكون متوسط (درجة ثانية).

مقدمة الشرط لكل قاعدة:

هي الجزء من القاعدة بعد كلمة إذا وقبل كلمة عندئذ وتتبع بطبيعة الحال منطق التقاطع and

$\mu_{I_{1i}\,I3j}=\mu_{I1i}\Lambda_1\mu_{I_{3j}}$ $with\ i=1......3\ and\ j=1....3$

Rule1: $\mu_{I_{11}\,I32}=\mu_{I11}\Lambda_1\mu_{I_{32}}=025*0.75=0.1875$

Rule2: $\mu_{I_{32}\,I11}=\mu_{I11}\Lambda_1\mu_{I_{32}}=075*0.25=0.1875$

نتيجة الشرط لكل قاعدة:

هي الجزء من القاعدة بعد كلمة عندئذ وتتبع بطبيعة الحال منطق التقاطع **and**

$\mu_{I_{1i}\,I3j\,Ick}=\mu_{I_{1i}\,I3j}\Lambda_2\mu_{I_{ck}}=$

$(\mu_{I1i}\Lambda_1\mu_{I_{3j}})\Lambda_2\mu_{I_{ck}}$ $with\ i,j,k=1...3$

Rule 1: $\mu_{I_{11}\,I32\,Ic2}=\mu_{I_{11}I32}\Lambda_2\mu_{I_{c2}}=$

$(\mu_{I11}\Lambda_1\mu_{I_{32}})\Lambda_2\mu_{I_{c2}}=0.25*0.75*1=0.1875$

Rule 2: $\mu_{I_{32}\,I11\,Ic2}=\mu_{I_{32}I11}\Lambda_2\mu_{I_{c2}}=$

$(\mu_{I32}\Lambda_1\mu_{I_{11}})\Lambda_2\mu_{I_{c2}}=0.75*0.25*1=0.1875$

تجميع النتائج لجميع القواعد حسب كل درجة:

تتبع بطبيعة الحال منطق الاجتماع or

$$\mu_{I_{ck}}=\sum(\mu_{I_{1i}\,I3j\,Ick})،\ i,j,k=1\ldots 3$$

$$\mu_{I_{c2}} = min\ (1; \mu_{I_{11\ I32\ Ic2}} + \mu_{I_{32\ I11\ Ic2}}) = min\ (1; 0.1875 + 0.1875) = 0.375$$

يبين الجدول التالي مثال لتقييم مشروع وفق نموذج الاستدلال الضبابي:

جدول 5:الاستدلال لتقييم المشروع الأول وفق المؤشر الضبابي**Ic**

RulesI_1 and I_3	**I_1**	**I_3**
Degree 1& Degree 1	μ_{I11}=0.25	μ_{I31}=0.25
Degree 1& Degree 2	μ_{I11}=0.25	μ_{I32}=0.75
Degree 1& Degree 3	μ_{I11}=0.25	μ_{I33}=0
Degree 2& Degree 1	μ_{I12}=0.75	μ_{I31}=0.25
Degree 2& Degree 2	μ_{I12}=0.75	μ_{I32}=0.75
Degree 2& Degree 3	μ_{I12}=0.75	μ_{I33}=0
Degree 3& Degree 1	μ_{I13}=0	μ_{I31}=0.25
Degree 3& Degree 2	μ_{I13}=0	μ_{I32}=0.75
Degree 3& Degree 3	μ_{I13}=0	μ_{I33}=0

Ic		
Degree 1	**Degree 2**	**Degree 3**
0.25*0.25*1=0.0625	-	-
-	0.25*0.75*1=0.1875	-
-		0.25*0*1=0
-	0.75*0.25*1=0.1875	-
-	0.75*0.75*1=0.5625	-
-	-	0.75*0*1=0
-	-	0*0.25*1=0
-	-	0*0.75*1=0
-	-	0*0*1=0
0.0625	**0.9375**	**0**

لابد من الإشارة إلى أن التركيب بين المؤشرين (2I و Ic) للحصول على 5I وكذلك التركيب بين المؤشرين (5I و4I) للوصول إلى المعيار يتم بنفس المنهجية.

4. النتائج والمناقشة:

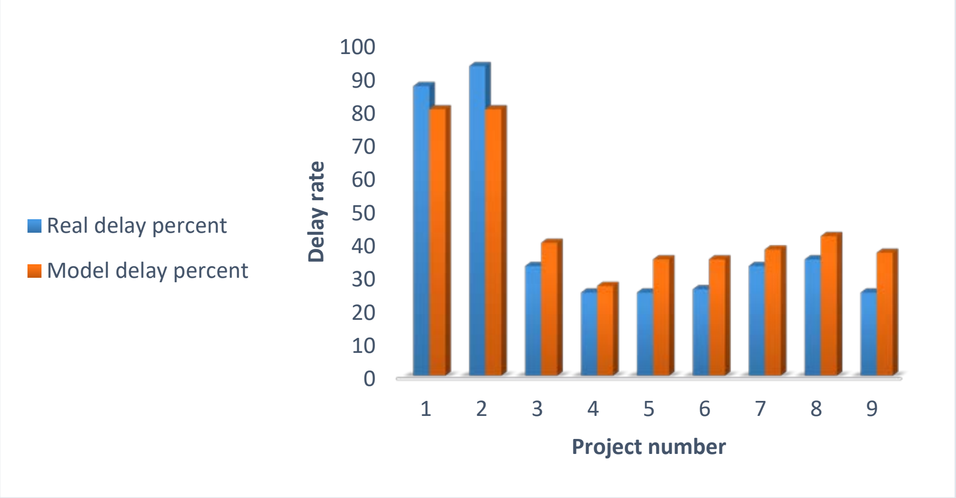
من اجل التحقق من الاستجابة الصحيحة للنموذج المقترح بتقدير الزيادة بالمدة المتوقعة للمشاريع تم تحضير عينة من المشاريع. حيث تم اختبار النموذج أولا للحالات الطرفية:

1- المشروع المثالي والذي ظروفه مثالية وبالتالي مؤشر التأخير فيه نتيجة التصميم والإشراف والتنفيذ والظروف الخارجية والجهة المالكة مثالي. حيث يبدي النموذج استجابة منطقية عندما ينتج عن النموذج نسبة تأخير بالمدة 0%.

2- وكذلك الحال بالنسبة للمشروع الذي ظروفه سيئة للغاية من حيث الدراسة أو الإشراف أو التنفيذ أو الظروف الخارجية أو الجهة المالكة حيث يبدي النموذج استجابة منطقية عندما ينتج عن النموذج نسبة تأخير بالمدة تصل إلى 80 %.

مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

أما من اجل بقية الحالات البينية تم اختبار النموذج على عينة من المشاريع ونتائج الاختبار مبينة بالمخطط 10 حيث كانت اعلى نسبة للفرق 13%. أعطى النموذج استجابة مقاربة للواقع بانحراف بسيط سواء بالزيادة او النقصان وقيم التأخير مبينة في الجدول رقم (6):



رسم توضيحي10: مقارنة نتائج النموذج المقترح مع نتائج الواقع

جدول 6: نسب التأخير في الواقع والنموذج

نسبة التأخير في النموذج %	نسبة التأخير في الواقع %	
80	87	1
80	93	2
40	33	3
27	25	4
35	25	5
35	26	6
38	33	7
42	35	8
36	25	9

5. الإستنتاجات والتوصيات:

تأخيرات المشاريع هي ظاهرة شائعة بمشاريع التشييد. إدارة هذه التأخيرات لا يمكن أن تتم إلا بالمعرفة الدقيقة لآثارها السلبية على مدة المشروع. وهذا لا يمكن بدوره أن يحصل بدون مؤشرات وعوامل تساعد على ذلك. حيث تم اعتبار أن مستوى التخطيط وأداء الجهة المشرفة والمالكة من جهة وكذلك الظروف الخارجية وخبرة المقاول من جهة ثانية يساهمان بتقدير درجة التأخير الممكن حدوثه بالمشروع. إذ إن التخمين الدقيق لمدة المشروع لا يمكن أن يتحقق بالتقييم وفق المنطق التقليدي. حيث أن درجة التأخير من الصعب تحديدها بشكل تقليدي نتيجة الغموض الذي يشوبها. إذ أن المنطق التقليدي المستخدم لتقديرها يزيد من الخطأ بتقدير وبتخمين مدة المشروع الكلية. وأما المنطق الضبابي يخفف من الغموض والخطأ بتخمين مدة المشروع ويزيد من دقة تقديره .

BIM arabia
مجلة بيم ارابيا للعلوم الهندسية
ISSN 2571-1083
Available online at: http://bimarabia.com/ar/
June- 2019; Volume: 1 Issue: 1 page: 48

إذن مدة المشروع والتي تم تقديرها ضبابيا أكثر دقة بجميع الأحوال من مدته التي تم تقديرها تقليديًا. وهنا لابد من التمييز بين حالتين:

الحالة الأولى: تخص المشاريع المقيمة تقليديا بدرجة أعلى من تقييمها ضبابيا. وبمعنى آخر التقدير الخاطئ بالزيادة لمدة المشروع. أي أن واقع الأمر يقول أن ظروف المشروع لا تستدعي درجة التأخير الكبيرة. بمعنى أن ظروف المشروع ليست صعبة ومع ذلك تم التعامل معه على أن ظروفه صعبة. سيتم تقدير مدة زائدة ومبالغ بها لوقت انهاء المشروع.

الحالة الثانية: تخص المشاريع المقيمة تقليديا بدرجة أقل من تقييمها ضبابيا. وبمعنى آخر التقدير الخاطئ بالنقصان لمدة المشروع. أي أن واقع الأمر يقول أن ظروف المشروع تستدعي درجة تأخير اكبر. بمعنى أن ظروف المشروع صعبة ومع ذلك تم التعامل معه على أن ظروفه ليست صعبة. وهنا سيتم تحديد مدة ليست كافية بالنسبة لوقت إنهاء المشروع

وأخيرا يمكن القول أن النموذج قد أبدى نتائج جيدة و قريبة نسبيا من الواقع الحقيقي وانه من الممكن إعادة معايرة الحدود الضبابية للنموذج ليتطابق نتائجه تماما مع نتائج الواقع وهذا ممكن لمستخدم النموذج من اجل عينة أخرى من المشاريع.

6. المراجع:

Afshari. A. 2012. Angular Fuzzy Model for Projects Delay. Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul ،Turkey ،372-380.

Aleksander Srdić , et al. 2015. Delays in Construction Projects: Causes and Mitigation. organization ،technology and management in construction · an international journal · N.p ،1383-1389.

Al-Humaidi H.M and Tan F.H, 2010. A fuzzy logic approach to model delays in construction projects using translational models. In Civil Engineering and Enviromental Systems ،27(4),353-364.

AL-HUMAIDI. H.M, 2007. A FUZZY LOGIC APPROACH TO MODEL DELAYS IN CONSTRUCTION PROJECTS. Ph.D dissertation ،The Ohio State University.

Aziz. R, 2013. Ranking of delay factors in construction projects after Egyptian revolution. In Alexandria Engineering Journal ،52 ،387-406.

Divya., R, S. Ramya. 2015. Causes ،Effects and Minimization of Delays in Construction Projects. In National Conference on Research Advances in Communication ،Computation ،Electrical Science and Structures ،47-53.

Hamzeh., N, Khouri. M. A, Arshad. I, Tawil. N.M and Che Ani., A .I . 2011. Cause of Construction Delay - Theoretical Framework. In Procedia Engineering ،20 ،490-495.

Iyer. K.C ،Chaphalkar. N. B and Joshi.G ،(February,2008). Understanding time delay disputes in construction contracts. Retrieved on: 09 August 2016 from https://www.researchgate.net/publication/229372493.

Oliveros. A and Fayk.A,) January-2005(. Fuzzy Logic Approach for Activity Delay Analysis and Schedule Updating. In JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT ،131(1) ،42-51.

Pourrstam. T ،and Ismail. A, (October-2012) ،Causes and Effects of Delay in Iranian Construction Projects. In IACSIT International Journal of Engineering and Technology ،4(5),598-601.

Prakash Rao, B and Culas. J.C ،(June-2014). CAUSES OF DELAYS IN CONSTRUCTION PROJECTS- a case study. In International Journal of Current Research ،6,7219-7222.

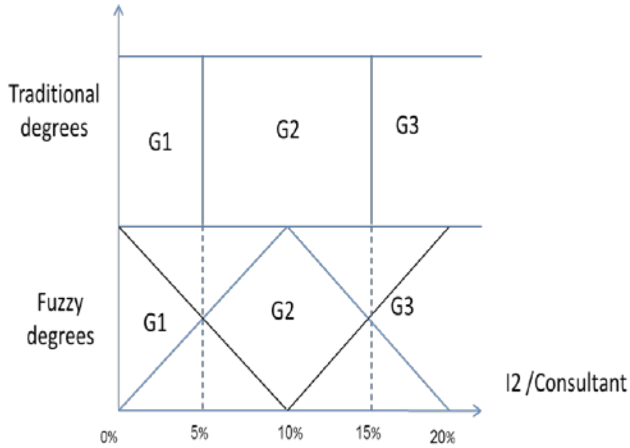
Timothy J. Ross, (2004). FUZZY LOGIC WITH ENGINEERING APPLICATIONS. (second Ed) ،England

Zadeh L. A ،(June-1965) ،Fuzzy sets. In Information and Control ،8(3) ،338-353.

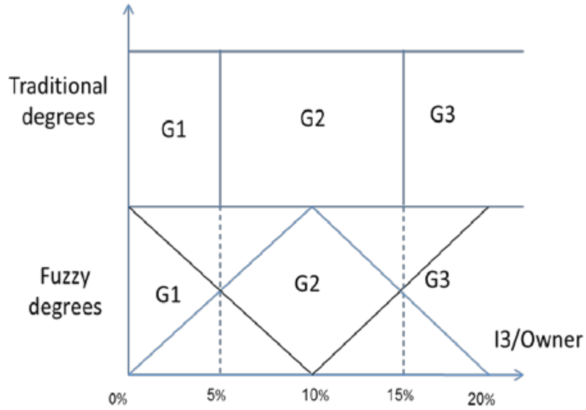
أبو حمديه، محمد إبراهيم. (2014). أسباب التأخير في المشاريع الإنشائية في بلدية الخليل. رسالة ماجستير، جامعة الخليل.

بوسنينة، محمد علي بوعجيلة. (2011). دراسة التأخيرات في المشاريع الهندسية بسبب المالك. رسالة دوكتوراه، الأكاديمية العربية البريطانية للتعليم العالي.

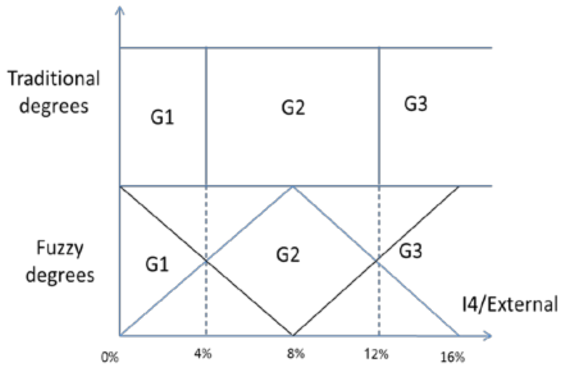
الملحق (1) مؤشرات التأخير الضبابية:



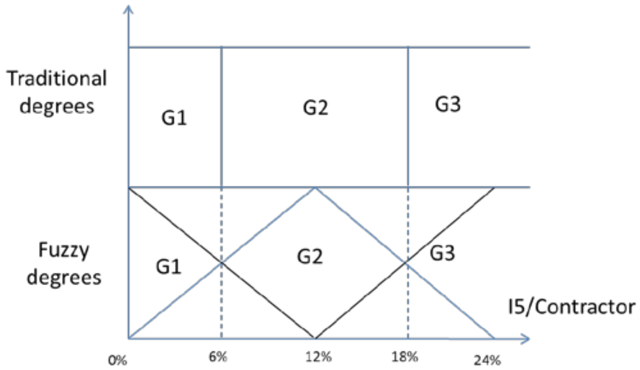
رسم توضيحي11: مؤشر عامل الاستشاري التقليدي والضبابي



رسم توضيحي12: مؤشر عامل المالك التقليدي والضبابي



رسم توضيحي13: مؤشر العوامل الخارجية التقليدي والضبابي



رسم توضيحي14: مؤشر عامل المقاول التقليدي والضبابي

خاتمة:

في نهاية هذا العدد، نتمنى أن تكون هذه بداية جيدة ومتميزة لـلمجلة الدوليّة المحكّمة مجلة **بيم ارابيا والعلووم الهندسية**، نؤد أن نشكر جميع الذين ساهموا في تحقيقها منذ الفكرة الأولى حتى اليوم 30-06-2019. وبفضل مركز بيم ارابيا للأبحاث، ناشر المجلة. الهيئة العلمية الدولية التي قادت المراجعة والمتابعة والتنسيق على مدار عام كامل من الجهد لإنجاز هذا العمل. بناءً على الإحساس بالمسؤولية تجاه البحث العلمي، قدمنا كل الوسائل الممكنة لمراقبة الأبحاث والأوراق العلمية المهتمة بمجال **BIM** ، ومتابعتها مع المؤلفين الموقرين للوصول إلى أفضل مستوى علمي. ونعدكم بأوراق أكثر قيمة في العدد القادم. كما ندعوكم بإخلاص إلى تقديم وجهات نظركم واقتراحاتكم البنّاءة لتطوير المجلة. كما نوجه لكم دعوة خاصة للمساهمة في نشر مقالاتكم وبحوثكم في مجال **BIM** والإدارة الحديثة وغيرها من المجالات التي تغطيها المجلة والتي ذكرت في بداية العدد.

فريق مركز بيم ارابيا للبحث العلمي

مدير قسم النشر

المهندس أشرف الهنداوي

مدير قسم الإعلام

د.م. علاء القاضي

المدير التنفيذي

د.م. سونيا أحمد

المدير العام

المهندس عمر سليم

30 June 2019

http://bimarabia.com/ar/